



Examensarbeten

2014:7

Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Jordbrukets och järnframställningens påverkan på skogsutvecklingen vid Eskilshult, en by med medeltida anor.

– En studie baserad på pollenanalys.

*The impact of agriculture and iron production on the forest
development around Eskilshult, a hamlet of medieval origin.*

– *A study based upon pollen analysis.*

Martin Karlsson



Examensarbeten

2014:7

Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Jordbrukets och järnframställningens påverkan på skogsutvecklingen vid Eskilshult, en by med medeltida anor.

– En studie baserad på pollenanalys.

*The impact of agriculture and iron production on the forest
development around Eskilshult, a hamlet of medieval origin.*

– *A study based upon pollen analysis.*

Martin Karlsson

Nyckelord / Keywords:

Pollenanalys, järnhantering, skogsutveckling, blästerugnsbruk, agrar verksamhet /
Pollen analysis, bloomery furnace, iron works, agrarian activities, forest development

ISSN 1654-1898

Umeå 2014

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i biologi / *Master degree thesis in Forest Biology*

EX0705, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Ulf Segerström

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Examinator / *Examiner*: Erik Valinger

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Jag vill rikta ett stort tack till de personer som bidragit till att det här arbetet kunnat komma till. Först och främst tack till min kunnige och pedagogiske handledare Ulf Segerström. Tack till Richard Bindler och Jon Karlsson, Umeå universitet för hjälpen med geokemiska analyser och tolkningar av dessa och sammanställande av diverse diagram och modeller som figur 6 och 7. Tack till Gert Magnusson för intressanta insikter och kunskaper i samband med utgrävningen vid Skåningsmåla. Tack även till Björn Karlsson, Anna Weinehall och Jernkontoret. Sist men inte minst min familj för deras tålamod och uppmuntran.

SAMMANFATTNING

Människans påverkan på den omgivande miljön har ökat genom historien med ökad bofasthet och samhällsbildning. Vid övergången järnålder-medeltid, när Sverige började ta form som rike skedde flera förändringar inom jordbruk, teknik och samhälle. En resurs som kom att exploateras hårdare var järn som fick stor betydelse ekonomiskt och politiskt i det framväxande riket. I Möre i Kalmar län uppkom en långvarig och intensiv utvinning av järn i skogsbygderna. Idag är dock tämligen lite känt om järnutvinningen i Möre. Det övergripande syftet för detta examensarbete var att undersöka en lokal utanför Bäckebo i Möres skogsbygder för spår efter järnhanteringen och hur järnhantering och jordbruk där har påverkat vegetationen på kortare och på längre sikt. För att undersöka detta har en pollenanalys inklusive räkning av kolpartiklar och tungmetallanalys (XRF) utförts på en torvlagerföljd från Svarte mosse, nära byn Eskilshult. Resultaten visar att den mänskliga påverkan varit långvarig och lett till förändringar av landskapet. Störningsregimen i området har förändrats vid flera tillfällen med skogsbete, jordbruk och påverkan från järnhanteringen. Flera av de störningar som kunde identifieras kunde kopplas till järnhanteringen och gav indikationer på att järnhantering kan ha förekommit i området redan före den medeltida expansionen. Järnhanteringen anses ha kommit igång i Möres skogsbygder i större skala under 1100-talet och pågått in på 1400-talet. I Möres slättområden närmare kusten är dock järnutvinning belagd sedan 400-talet f.Kr.

Nyckelord: pollenanalys, blästerugnsbruk, järnhantering, agrar verksamhet, skogsutveckling

SUMMARY

The impact of humans on the environment has grown through history with settlements and community formation. In the transition Iron Age – middle ages, when Sweden began to take shape as a kingdom several changes occurred in agriculture, technology and society. A resource that came to be exploited harder was iron that was very important economically and politically in the emerging kingdom. In Möre in Kalmar County a prolonged and intensive extraction of iron arose in the woodlands. Today relatively little is known about iron mining in Möre. The overall aim of this thesis was to investigate when the ironworking began in the area around Bäckebo in Kalmar County and how it has affected the vegetation in the shorter and longer term. The disturbance regime in the area has changed several times with forest grazing, farming and the influence of the iron industry. To investigate this pollen analysis including charred particles and heavy metal analysis (XRF) were conducted on a peat core from the peat mire “Svarte mosse”, near the village Eskilshult. The results showed that the human impact has been substantial and led to changes in the forest landscape. Many of the disturbances that were identified could be linked to the iron working and the results gave indications that iron was produced in the area before the medieval expansion. The ironworking is considered to have begun in Möre on a larger scale in the 12th century and lasted into the 15th century. From Möres plain areas, closer to the coast, ironworking is known since 400 BC.

Keywords: pollen analysis, bloomery furnace, iron works, agrarian activities, forest development

Innehåll

Inledning.....	1
Forskningsläge	2
Syfte	3
MATERIAL och METODER.....	4
Lokalerna vid Bäckebo	4
Svarte mosse	4
Provtagning i fält.....	6
Provtagning på lab.....	6
Dateringar	7
Pollenanalys	7
Geokemisk analys, röntgenfluorescensspektrometri (XRF).....	8
RESULTAT	9
Datering.....	9
Föroreningshistoriken i Svarte mosse	11
Vegetationshistorien vid Svarte mosse	11
DISKUSSION	18
Skogen vid Svarte mosse	18
Spår av mänsklig påverkan	18
Hur kan spår av mänsklig påverkan kopplas till järnhanteringen som bedrivits i området?	21
Hur kan spåren efter järnhantering skiljas från spåren efter odling och bete i form av avtryck i naturliga arkiv?	22
Hur blev påverkan från järnproduktion och jordbruk på kort och på lång sikt?.....	23
Svarte mosse och de andra lokalerna kring Bäckebo.	24
Slutsatser	26
REFERENSER.....	27

INLEDNING

Under medeltiden (1050-1500 e.Kr.) ökade användningen av järn vilket åtföljdes av förändringar av både samhälle och teknik (Hagerman 1996, Myrdal 1999). En stor förändring var att redskap, verktyg och vapen i högre utsträckning tillverkades av järn och i större antal än tidigare. I den utveckling mot statsbildning som pågick fick kontrollen över produktionen och resurserna större betydelse såväl inom det framväxande riket (Hagerman 1996, Magnusson 2010) som mellan Danmark och Sverige (Mogren 2008). Ökande befolkning och jakten på järn ledde till en ökad grad av bosättning i det Sydsvenska höglandets skogsbygder (Magnusson 2010). I södra Kalmar län i det område som historiskt kallades Möre finns Skandinaviens största förekomster av spår från lågteknologisk järnhantering, nämligen blästbruksslagg (Andersson 2010). Järnhanteringen i Möre är emellertid mindre känd än den i Bergslagen, men var under åtminstone 1100-1400 e.Kr. såväl omfattande som betydelsefull. Staden Kalmar och slottet anlades under slutet av 1100-talet och Kalmar var under medeltiden en av Sveriges viktigaste städer (Blomqvist 1979) och en exporthamn för järn (Andersson 2010).



Figur 1. Området för studien, röd punkt nordväst om Kalmar. Möre avgränsat i rött. © Lantmäteriet, i2012/901, bearbetad av Martin Karlsson.

Figure 1. The study area marked with red dot Northwest of Kalmar. The region that earlier was called Möre is marked with the red line.

En omfattande och långvarig järnframställning krävde stora mängder bränsle i form av ved och träkol. För att framställa 1 kg ämnesjärn behövdes omkring 100 kg träkol (Crew 1991, Magnusson 2010) omräknat blir det omkring 1 m³sk (Arpi 1951). Dessutom

behövdemänniskorna som bedrev järnframställning röja skogen för att bruka marken till odling för sin försörjning och ta ut trä till andra ändamål som till byggnader, redskap och bränsle. Det saknas känd samtida dokumentation från denna och föregående tider om bosättning, järnhantering och vegetationsutveckling. Därför är våra kunskaper begränsade om den medeltida järnhanteringens långsiktiga ekologiska påverkan. För att få mer kunskap om hur den för riket betydelsefulla järnhanteringen utvecklades och hur dynamiken människa-natur har kommit att forma dagens boreonemorala skog i området är det viktigt att fylla ut dessa kunskapsluckor.

Detta arbete är en del i ett större mångvetenskapligt projekt "Järnet och riksbyggnaden 1150-1350" som undersöker järnhanteringens betydelse då Sverige tog form som stat (Jernkontoret 2013). Projektet pågår sedan fem år och innefattar fyra övergripande forskningsområden: statsbildning, marknad, teknik och produktion samt resurser och miljö. Dessa frågor kopplas till regionala studier i Hyttehamn, Norbergs bergslag och Møre/Ljungby (Ljungby i Kalmar län, ej att förväxla med Ljungby i Kronobergs län). Kring Bäckebo i Nybro kommun som ligger i det tidigare små landet Møre har ett område med flera lämningar efter lågteknologisk järnhantering, blästbruk valts ut för både arkeologiska och skogshistoriska undersökningar. I området finns omkring 150 kända lämningar kopplade till blästbruk (FMIS 2014). Vid Skåningsmåla, 4 km från Bäckebo genomfördes en arkeologisk undersökning av en blästplats i augusti 2012 och maj 2013. Vid utgrävningen framkom att man dels framställt järn men även haft en ässja för vidare förädling av järn.

Forskningsläge

Järnåldern i Norden anses ha inletts omkring 500 f.Kr. och från den tiden finns de äldsta kända spåren av järnframställning i Skandinavien (Rubensson & Magnusson 2001). Arkeologiska och historiska studier rörande järnframställningen i Møre har gjorts bl.a. av Johan Nihlén (1932) och i Jernkontorets projekt, "*Småländsk järnhantering under 1000 år*" (Larsson & Rubensson 2000). Vid arbete med väg E22 i slutet av 1990-talet gjordes omfattande studier. Resultaten i samband med arbetet med E22:an redogörs för i *Møre, historien om ett Småland* (Magnusson 2001). Järnhanteringen anses ha etablerats i Möres skogsbygder under brytningstiden mellan järnålder (500 f.Kr.-1050 e.Kr.) och medeltid (1050-1500 e.Kr.) (Magnusson 2010).

Det boreonemorala landskapet i södra Sverige under 3000 år har undersökts av bl.a. Björse & Bradshaw (1998) och Lindbladh *et al.* (2000) som visade att landskapets dynamik präglades av människan. De beskriver att landskapet gick igenom en fas där det öppnades för bete och odling vilket initialt gynnade ädellövträd. Senare minskade ädellövträdsinslagen och landskapet övergick i ett mer slutet barrskogsdominerat skogslandskap. Det sydsvenska högländets skogslandskap har präglats av lågintensiva och återkommande bränder. Sydöstra Smålands högländ är en "hot-spot" för blyxtantändningar och förväntat naturligt brandintervall för området är ca 45 år (Granström 1993). Under de senare århundradena har bränder aktivt bekämpats av människan (Zachrisson 1977).

Från området kring Bäckebo har hittills två torvlagerföljder analyserats avseende polleninnehåll, kolförekomst och tungmetaller och resultaten beskrivs av Weinehall (2013). I studien sågs

påverkan från odling och bete åtminstone från 1500 f.Kr. och att den agrara påverkan blev kraftigare kring 900 e.Kr. Weinehall (2013) bedömde att signalen från järnhanteringen var för svag för att entydigt kunna skiljas ut med använd metod. Valdemardotter (2001) gjorde en skogshistorisk undersökning med en pollenanalys på en lokal i Hornsö-området, 10 km norr om Bäckebo (figur 13). Från 400 e.Kr. sågs tecken på kontinuerlig påverkan med bete och under medeltid (1050-1500 e.Kr.) också med odling. Valdemardotter (2001) berör dock inte järnhanteringen överhuvudtaget i sitt arbete. Det tycks heller inte ha förekommit verksamheter som kan kopplas till järnhantering invid Valdemardotters lokal, närmast kända blästbruksplatsen ligger ca 2 km bort (FMIS 2014).

Syfte

Syftet med denna studie är att analysera förändringar i vegetationen söder om byn Eskilshult, ca 4 km från Bäckebo under de senaste 3000 åren. I fokus var skogens utveckling och mänskliga aktiviteter samt vilken påverkan människan haft på skogen. Av särskilt intresse var att försöka identifiera järnhanteringen i området och jämföra resultaten från denna studie med de tidigare resultaten av Weinehall (2013).

Särskilda frågeställningar var:

- Hur har skogarna i området sett ut och förändrats över tid?
- När och hur kan vi se spår av mänsklig påverkan?
- Hur kan spår av mänsklig påverkan kopplas till järnhanteringen som bedrivits i området?
- Hur kan spåren efter järnhantering skiljas från spåren efter odling och bete i form av avtryck i naturliga arkiv?
- Hur blev påverkan från järnproduktion och jordbruk på kort och på lång sikt? Var påverkan bara temporär eller blev den permanent bestående?
- På vilka sätt förhåller sig denna lokal till de andra studerade lokalerna kring Bäckebo?

Hypotesen är att järnframställningen hade flera effekter på naturmiljön. Bland annat krävdes stora mängder ved och träkol. En annan tänkbar påverkan på miljön är spridning av föroreningar såsom tungmetaller som det visat sig skedde från bergsbrukets masugnar (Bindler *et al.* 2011).

Befolkningsökning och ett därmed expanderande jordbruk kan ha varit ett indirekt resultat av järnframställningen, liksom även ett ökat betestryck i skogarna (Segerström 2013). Det bör gå att skilja ut signaler från verksamheter som kan kopplas till lågteknologisk järnhantering från signaler från jordbruk och bete. Man bör kunna se skillnader mellan denna lokal som ligger längre ifrån en järnframställningsplats jämfört med de båda tidigare undersökta i området som låg närmare järnframställningsplatser. Man bör också kunna få en mer regional spegling i torvprovet från Svarte mosse som kan komplettera de mer lokala resultaten av Weinehall (2013).

MATERIAL och METODER

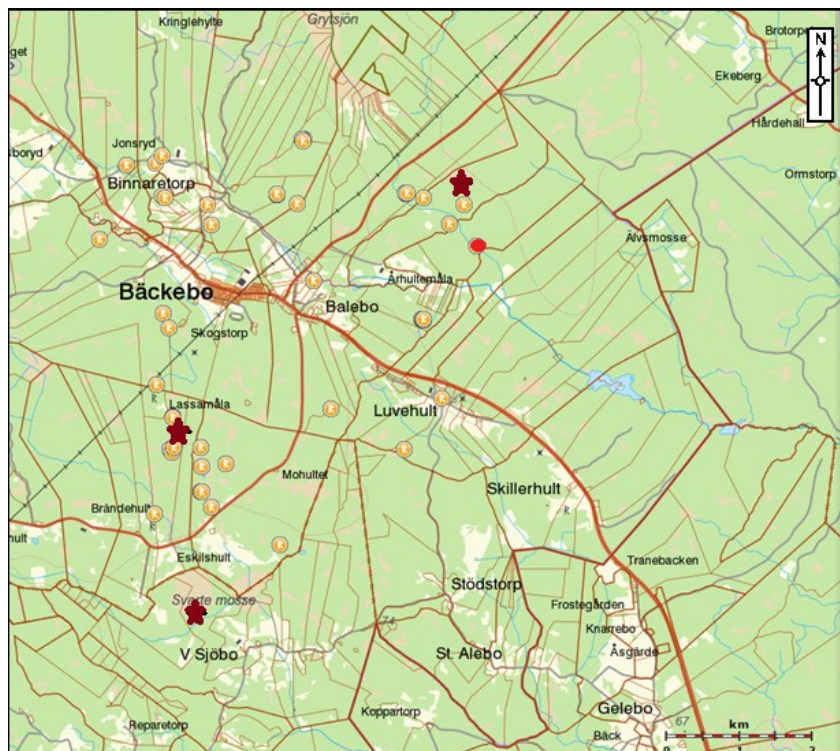
Lokalerna vid Bäckebo

Undersökningsområdet är beläget i de västligaste delarna i Bäckebo socken, Nybro kommun i Kalmar län på gränsen till Kronoberg. Landskapet i Kalmarregionen är närmast kusten mer öppet för att längre in i landet övergå i boreonemoralt skogslandskap. Spår från bosättningar före järnålder finns framförallt i området närmare kusten. I området kring Bäckebo finns inga kända spår av förhistorisk bebyggelse eller gravfält (Magnusson 2010) men det finns en del lösfynd som tyder på att människor har uppehållit sig där sedan stenålder (RAÄ Bäckebo 88:1, 89:1, 90:1 FMIS 2014). Undersökningar på det Småländska höglandet har visat att det förekom betesdrift fram till början av vår tideräkning (Lagerås 1996). Under Romersk järnålder (1-400 e.Kr.) blev skogslandskapet generellt öppnare (Lagerås 1996). Fram till 1000 e.Kr. förekom på höglandet vad som kallas "tillfälliga jordbruk" där man bedrev skogsbete och även odling förekom. Det tillfälliga jordbruket bedrevs på en plats under en kortare period varefter man flyttade och brukade ett annat område (Lagerås 1997). Under medeltiden (1050-1500 e.Kr.) ökade antalet bosättningar i skogsbygderna och de blev permanenta, vilket märks i antalet arkeologiska lämningar. Det är i brytningstiden mellan järnålder och medeltid som järnhanteringen anses ha etablerats i Möres skogsbygder (Magnusson 2010). Expansionen kan även märkas i att ortsnamnen i området har medeltida ursprung med ändelser som: "-torp", "-hult" och "-måla" (Lindquist 2001).

Svarte mosse

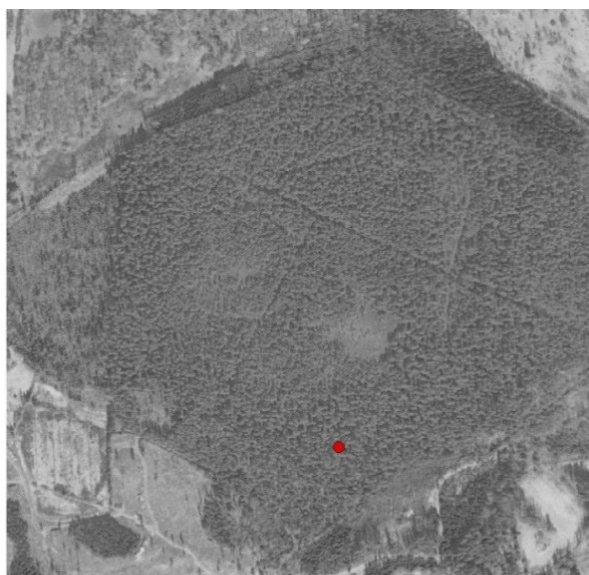
Svarte mosse (sydligaste stjärnan i figur 2) är idag torrlagd och beväxt med skog (figur 3). Möjligen skedde utdikningen i samband med sänkningen av den närbelägna Sjöbosjön vid förra sekelskiftet (Anon. 1900). Mossen är till formen relativt rund med en yta på ca 60 ha. Den breder ut sig i anslutning till de gamla odlings- och betesmarkerna söder om byn Eskilshult. Svarte mosse är idag bevuxen med något olikåldrig blandskog, med ett tämligen moget huvudskikt av tall (*Pinus sylvestris* L.) (figur 4a). Trädslagsblandningen av tall, gran (*Picea abies* (L.) H.Karst.) och löv är i proportion 5-2-3 där lövträdsandelen främst utgörs av björk (*Betula spp.*) och al (*Alnus spp.*). Det finns sporadiska luckor, marken är torr torvmark (figur 4b) som genomkorsas av diken. Närmast kända blästerbruksplats, Bäckebo 136:1 (FMIS 2014) är belägen 1430 m norrut. Provtagningen gjordes vid södra änden av myren (koordinater 56 50' 55 N, 16 03' 44 Ö).

Lohällsmossen (nordligaste stjärnan i figur 2) är oregelbunden och förefaller att ha varit en mosaik av myr uppbruten med skogspartier. Provtagningsplatsen på Lohällsmossen är i ett eget tämligen runt parti, 120x90 m kopplad till den övriga mossen via en smal "nacke". Till närmaste blästerbruksplats är det 400 m. Myren vid Eskilshult (mittersta stjärnan) är endast 20x40 m och är belägen 50 m från en plats med tre blästerugnar och med ett flertal andra blästerplatser i närområdet.



Figur 2. Översiktskarta med de tre provtagningslokalerna, markerade med "stjärnor": från norr Lohällsmossen (Skåningsmåla), Eskilshult, Svarte mosse. Orangea punkter är blästbruksplatser. Röd punkt: blästbruksplatsen vid Skåningsmåla som undersöktes arkeologiskt. Bild: Riksantikvariatämbetet "Fornsök", bearbetad av Martin Karlsson.

Figure 2. The geographic location of the three sample sites, marked with "stars": from the North Lohällsmossen (Skåningsmåla), Eskilshult, Svarte mosse. Orange symbols are bloomery sites. The red dot is the excavated bloomery site at Skåningsmåla.



Figur 3. Flygfoto över Svarte mosse. © Lantmäteriet, i2012/901. Röd punkt visar provtagningsplatsen.

Figure 3. Aerial photo of "Svarte mosse". The red dot shows the sample site.



Figur 4a. Skogen på Svarte mosse vid provtagningsplatsen med ett övre skikt av tall med underväxt av gran. Bild: Martin Karlsson.

Figur 4b. Markytan vid provtagningsplatsen, torr torv. Bild: Martin Karlsson.

Figure 4a. The forest growing on "Svarte mosse" around the sample site consist of a layer of older pine with undergrowth of spruce.

Figure 4b. The peat surface on the sampling site.

Provtagning i fält

En torvlagerföljd togs upp med Wardenaar-provtagare 2012-08-14 (Wardenaar 1987). För att bevaras så bra som möjligt hade den omgående slagits in i plast och folie och därefter förvarats i kylrum. Torvlagerföljden (figur 5) var en 96 cm lång monolit, 10x10 cm grov i den övre änden och avsmalnande nedåt. En okulär besiktning kan beskriva den som: trådig mellan 83-79 cm, sedan mörk torv upp till 65 cm. Torvlagerföljden var något ljusare mellan 65 och 50 cm, mellan 50 och 13 cm var den höghumifierad. Från 30 upp till 13 cm var torvlagerföljden mycket mörk och kompakt. I de översta 12 cm var materialet grövre pga. lägre stadium av nedbrytning. Vid 70-71 cm och vid 61 cm syntes större vedrester.

Provtagning på lab.

För analyserna skars torvlagerföljden från 82 cm upp i 1 cm tjocka skivor, förutom de översta 12 cm som skars upp i cirka 2 cm tjocka skivor. De nedersta 14 cm av torvlagerföljden analyserades inte då de ej bedömdes vara av en ålder intressant för frågeställningarna. De uppskurna torvproverna torkades under några dagar i värmeskåp vid 40° C.



Figur 5. Torvlagerföljden under beredning i labbet. Bild: Ulf Segerström.

Figure 5. The peat layer profile during preparation in the laboratory.

Dateringar

För datering med C-14 analys av torvlagerföljden togs makrofossil i form av mossblad och starrrester ut från fyra utvalda provnivåer: 71, 50, 30 och 20 cm (tabell 1, figur 6). C-14 analysen utfördes av Beta Analytic Inc., Miami, Florida.

Pollenanalys

Pollen är fröväxters (*fanerogamers*) könsceller från hanblommorna. Vind-pollinerade arter producerar mycket stora mängder pollen vilket gör dem överrepresenterade vid pollenstudier. Djur- och insektpollinerade arter producerar mindre mängder pollen och får därför låg förekomst vid pollenstudier, något man bör ha i åtanke vid tolkningen. Pollenkornen har artspecifika kännetecken som gör att de kan identifieras till familjer, grupper och arter med god precision. Pollenkornen har till sin uppbyggnad två skikt där ytterskiktet, *exinet* består av svårnedbrutet *sporopollenin* vilket gör att pollen kan bevaras som ett biologiskt arkiv i torv eller sjösediment. Torv är en jordart som bildas av främst växtrester som inte brutits ned fullständigt pga. låg syretillgång vilket gör att organiskt material kan bevaras under lång tid. Von Post presenterade 1916 hur pollenanalys kan användas för att beskriva skogens utveckling och därefter har pollenanalys utvecklats till ett verktyg som också kan användas för att få information om förändringar i klimat, antropogena aktiviteter och samhällsutveckling (Twiddle 2012). Arter och olika sammansättning av arter kan indikera olika slag av störningar (Behre 1981). Jacobson & Bradshaw (1981) beskrev förhållandet mellan provtagningslokalens area och radien på det källområde som huvuddelen av det inkommande pollenmaterialet härrör ifrån. Modellen beskriver hur en till ytan större provtagningslokal får en större andel pollen från mer avlägsna källor (Sugita 2007a). Omvänt får en provtagningslokal med mindre area i huvudsak nedfall av pollen från källor närmare provtagningsplatsen (Sugita 2007b). Svarte mosse är idag skogsbevuxen men har tidigare varit en öppen myr. Då myrens area är omkring 60 ha bör det kunna ge en mer regional spegling då Sugita (2007a) sätter en gräns >48 ha för vad han betraktar som en stor lokal.

För pollenanalysen togs cirka 0,5 cm³ torv ut från varje prov och behandlas enligt standardmetoder med KOH (5 %) och med acetolys för att avlägsna andra organiska partiklar än pollen och kol (Moore *et al.* 1991). De behandlade proverna monterades på objektsglas med saffraninfärgad glycerin. Pollen bestämdes med bestämningsnyckel till art, släkte, familj eller typ (Moore & Webb 1978, Moore *et al.* 1991, Beug 2004). För en första bedömning av den övergripande vegetationsutvecklingen analyserades ett tiotal prover i lagerföljden mellan 82 och 11 cm. Efter utvärdering av resultatet kunde dels konstateras att även de översta 10 cm behövde analyseras och dels hur analysarbetet i lagerföljden skulle förtätas. I de översta 10 cm analyserades alla fyra provnivåerna. Från 14 till 44 cm analyserades varannan provnivå. Mellan 48 och 82 cm var uttaget glesare där varannan, alternativt var fjärde provnivå analyserades. Vid pollenanalysen räknades i medeltal 588 pollen per provnivå. I två provnivåer, 72 och 80 cm var det ytterst låg koncentration med pollen och det räknades därför mindre mängder i dem. Totalt har 33 stycken nivåer genom hela stratigrafien analyserats avseende pollen.

För att få indikation på bränder och hur brandregimen kan ha sett ut i området räknades kolpartiklar i storlekarna 50-150 µm och >150 µm (Whitlock & Millspaugh 1996). Kolpartiklar kan också indikera antropogen användning av eld (Tinner *et al.* 1998) och större kolpartiklar kan tyda på att branden var lokal (Ohlson & Tryterud 2000). Det finns dock svårigheter med att helt entydigt avgöra huruvida kolpartiklarna är av lokalt ursprung eller om de kommer från en mer avlägsen källa. Här kan man vara hjälpt av både vegetationsförändringar (Clark 1988, Tinner *et al.* 1998, Ohlson & Tryterud 2000) och den föroreningssignal som man kan registrera geokemiskt (Segerström *et al.* 2010, Bindler *et al.* 2011). Sporer av *Gelasinospora* registrerades också då detta släkte av svampar lever på kol (Geel 1978) och därför kan påvisa förekomsten av lokalt kol. Förekomsten av kol och *Gelasinospora* åskådliggörs i figur 12.

Resultatet av pollenanalysen sammanställdes i pollendiagrammet (figur 8) där de olika arterna har grupperats i kategorier för att få en bättre överblick av vad de kan påvisa om vegetationsstrukturen. Arterna anges enligt svensk nomenklatur enligt Mossberg & Stenberg (2010). Vissa arter har pollen som kan vara svåra att skilja åt och har därför grupperats tillsammans i pollentyp, t.ex. hassel och pors, (*Corylus avellana* L. och *Myrica gale* L.) eller hampväxter vilka anges som gruppen *Cannabis type* vilken utgörs av hampa och humle, (*Cannabis sativa* L. och *Humulus lupulus* L.). Vid pollenanalysen räknades även sporer från vitmossor (*Sphagnum spp.* L.) och ormbunksväxter (*Polypodiaceae spp.*). *Antropokorer* innefattar växter som införts genom antropogena aktiviteter, dvs. de odlade växterna samt svartkämpar (*Plantago lanceolata* L.) som följer med åkerodling. *Apofyter* är ursprungligt förekommande växter som gynnas av kulturmärken. Längst till höger i diagrammet har även ett antal summadigram gjorts för ”Apofyter”, ”Antropokorer”, ”Övriga örter”, ”Risväxter”, ”Buskar”, ”Ädellövträd” och ”Träd”.

Geokemisk analys, röntgenfluorescensspektrometri (XRF)

Limonitmalm ($FeO(OH) \cdot nH_2O$) även kallad myr- och sjö-järnmalm bildar naturligt föreningar med bl.a. löst bly (Pb). Då malmen upphettas för att extrahera järnet (Fe) avgår ämnen som Pb som sedan kan deponeras som atmosfäriskt nedfall. Ackumulation av metaller och tungmetaller analyserades genom att göra XRF-analyser på de torvprovnivåer som analyserats med avseende

på pollen. Pb, Fe och titan (Ti) valdes ut för att representera föroreningshistorien och erosion som kan kopplas till lokala störningar vid Svarte mosse. Inom geokemin normaliseras ofta Pb mot Ti för att utskilja atmosfäriskt Pb som kan komma från antropogena aktiviteter, från Pb från erosionsprocesser (Shotyk 1996). I vilken grad Pb transporteras efter nedfall är inte helt entydigt (Jones & Hao 1993, Shotyk 1996). Dock har flera studier visat att Pb immobiliseras efter deposition i torv och därigenom har en stark koppling för att kunna påvisa antropogena aktiviteter som metallutvinning (Shotyk 1996, Görres & Frenzel 1997, Weiss *et al.* 1999). Av intresse var också förändringar i koncentrationen av järn (Fe). Fe är dock på grund av sin rörlighet en osäker indikator för att spåra metallhantering (Jones & Hao 1993). Från varje provnivå analyserades 500 mg torv med XRF med detektionsgränsen 1 ppm.

PCA

De geokemiska analyserna med många prover över lång tid gav upphov till stora dataset med många element. Principalkomponentanalys, PCA är en metod för att reducera antalet dimensioner i stora dataset (Sandberg *et al.* 2011). Genom PCA kan flera beroende variabler transformeras till ett mindre antal oberoende variabler. Genom det kan viktiga samband mellan element hittas utifrån hur de grupperat sig inom en principalkomponent vilket kan visualiseras ett diagram (figur 7) (Sandberg *et al.* 2011). Av störst intresse var proportionen av minerogena ämnen i relation till uppskattade organiska ämnen, som på så sätt kan påvisa erosion och sådana element som relaterar till minerogent innehåll då dessa kan visa på förändringar i själva torven som t.ex. nedbrytning.

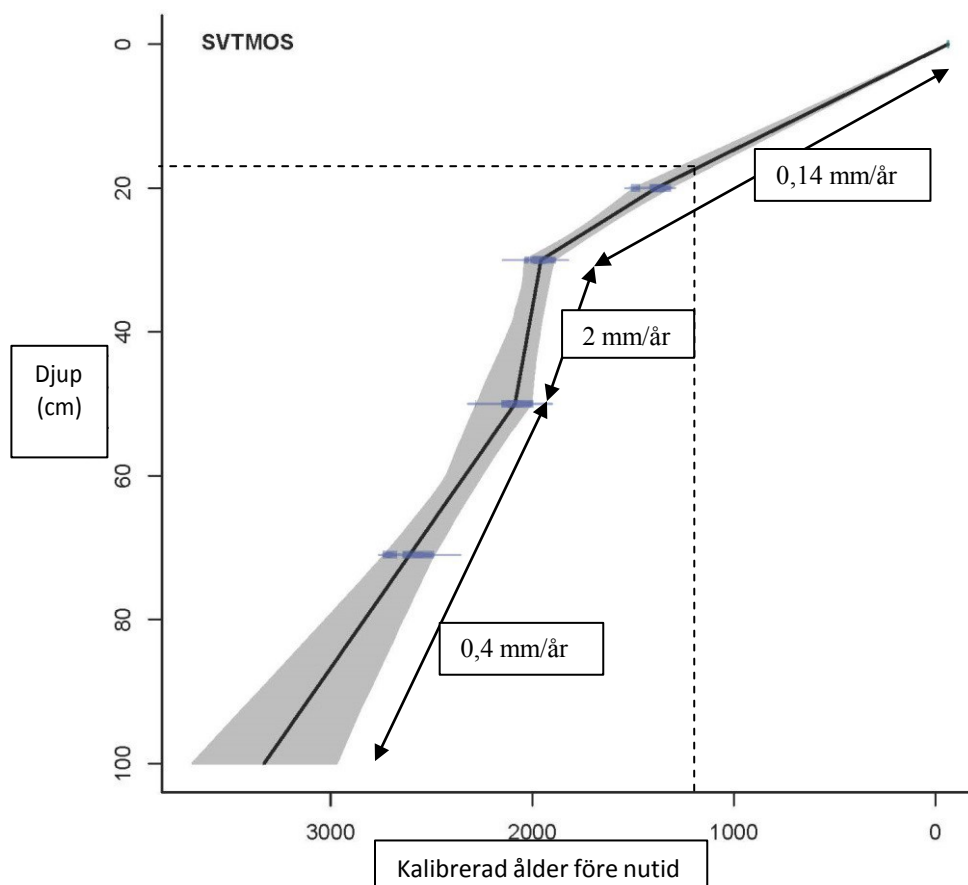
RESULTAT

Datering

Den äldsta av de fyra C-14 dateringarna gav en ålder på ca 800-550 f.Kr. (tabell 1). Det innebär att totalåldern för torvlagerföljden är omkring 3500 år. De övriga dateringarna ligger i rätt följd i förhållande till varandra och den yngsta dateringen gav resultatet ca 600 e.Kr. En djup-ålder modell (figur 6) visar torvuppbyggnaden i Svarte mosse. Modellen gör det möjligt att uppskatta ålder för olika nivåer även mellan dateringarna. Torvlageruppbyggnaden i Svarte mosse har gått igenom tre skeenden som mycket väl överensstämmer med den upptagna torvlagerföljdens färg och nedbrytningsgrad. Mellan 82 och 50 cm var uppbyggnaden ca 0,4 mm/år. Mellan 50 och 30 cm ca 2 mm/år och mellan 30-0 cm 0,14 mm/år. Den långsamma torvtillväxten efter 30 cm har gjort att torvlagerföljden är mycket kompakt mellan 30 och 13 cm. I djup-ålder modellen har en linje dragits vid 17 cm, ca 800 e.Kr. som visar när granen blev bestående och började öka i området (figur 8).

Tabell 1. Kol-14 dateringarna och kalibrerad ålder från Svarte mosse. Kol-14 åldern kalibrerades till kalenderår med hjälp av databasen INTCAL 09 och beräkningsmodellen "A simplified approach to Calibrating C 14 dates".
Table 1. The radiocarbon dating and calibrated age from the mire. Radiocarbon age was converted to calendar years with the Database INTCAL 09 and the mathematics in "A simplified approach to Calibrating C 14 dates"

Laboratoriekod	Djup (cm)	Kol-14 ålder B.P.	Kalibrerad ålder 2σ
Beta – 359675	20	1540 +/- 30	540-620 A.D.
Beta – 350944	30	2020 +/- 30	50 - 60 A.D. 90 - 80 B.C.
Beta – 350945	50	2160 +/- 30	200 – 50 B.C.
Beta – 350946	71	2540 +/- 30	650 – 540 B.C. 690 – 660 B.C. 790 - 730 B.C.



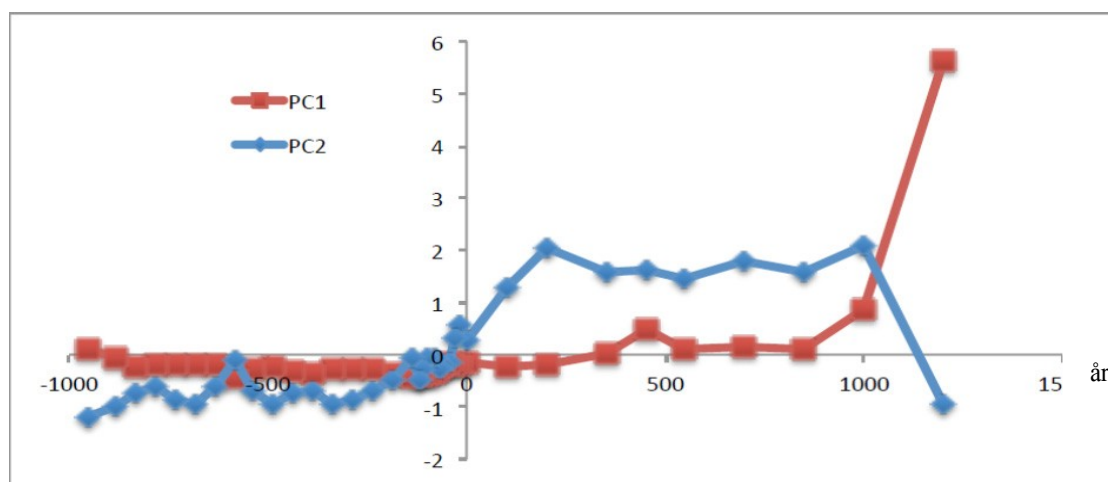
Figur 6. Djup-åldermodell med kalibrerad ålder på x-axeln för varje sedimentdjup (cm) på y-axeln. Blå linjer är dateringarna i tabell 1. Statistikprogrammet R med tillägsprogrammet Clam (Blaauw 2010), användes för att skapa djup-ålder diagrammet. Den streckade linjen visar när granen etablerades i området. Pilarna visar torvens tillväxt per år under olika tidsperioder.

Figure 6. Depth-age model with the calibrated age on the x-axis for every sediment depth (cm) on the y-axis. The blue lines are the dating's in table 1. The Depth-age diagram was created in the statistics programme "R" with the add-in "Clam" (Blaauw 2010). The dashed line shows when spruce established in the area. The arrows show the peat growth rate during different time periods.

Föroreningshistoriken i Svarte mosse

Principalkomponentanalysen reducerade elementen av betydelse för förändringar i myren till 14 stycken samt organsikt material. Principalkomponenterna 1 och 2 förklarar 45 respektive 33 % av variationen i datasetet. PC1 domineras av minerogent material i relation till organiskt material vilket visar erosion. PC2 domineras av element som kan kopplas till interna processer i myren som t.ex. nedbrytning. Analysen antyder att det har skett förändringar i geokemin mellan ca 100 f.Kr. till ca 1200 e.Kr. (44-14 cm) (Figur 7). Detta har gjort det svårt att använda Ti för att normalisera Pb för att separera atmosfäriskt blynedfall som härrör från möjliga föroreningar efter mänskliga aktiviteter ifrån Pb från erosionsprocesser.

Från ca 1000 f.Kr. fram till vår tideräknings början har endast små förändringar i blyackumulation registrerats (figur 9 och 10). Omkring 200-450 e.Kr. och 1000-1500 e.Kr. sker förändringar i blyackumulation och mellan 1200-1500 e.Kr. indikerar den förhöjda Pb/Ti kvoten att ackumulationen av Pb har atmosfäriskt ursprung. Fe-koncentrationen (figur 11) var förhöjd 200-450 e.Kr. och 1000-1700 e.Kr.



Figur 7. PCA andel som visar förändringarna i geokemin mellan 1000 f.Kr. till 1200 e.Kr. **PC1** visar minerogent material relativt uppskattat organiskt material, dvs. erosion. **PC2** visar element som kan kopplas till interna processer i torven, t.ex. nedbrytning.

Figure 7. The PCA result shows the changed geochemistry between 1000 BC and AD 1200. **PC1** shows mineral matter in relation to estimated organic matter, erosion. **PC2** shows elements that can be linked to internal processes in the mire, i.e. decomposition.

Vegetationshistorien vid Svarte mosse

Pollenzon I. 900 - 800 f.Kr., 82 - 79 cm.

Trädandelen utgör 80-90 % av den totala pollenandelen med björk om drygt 50 % och tall kring 35 %. Övriga trädarter som tillsammans utgör några procent är al, ek (*Quercus robur* L.) och lind (*Tilia cordata* Mill.). Av antropokorer finns ett pollen av hampa/humletyp. Pollen från andra arter är tämligen få. Vitmossesporer har registrerats i låg andel.

Det finns en liten förekomst av kolpartiklar i fraktionen 50-150 μm . Den geokemiska analysen visar inga blyhalter utöver vad som kan betraktas som bakgrunds nivå.

Den slutna tall-björkskogen

Skogen var sluten. *Antropokorer* saknas och det pollen av hampa/humle-typ som registrerats var troligen från vildväxande humle. Inget tyder på någon antropogen påverkan eller aktivitet i området. Få registrerade vitmossesporer och vattenväxter antyder att det var en torr period, kanske i inledningsstadiet av myrens bildning.

Pollenzon II. 800 - 400 f.Kr. 79 - 63 cm.

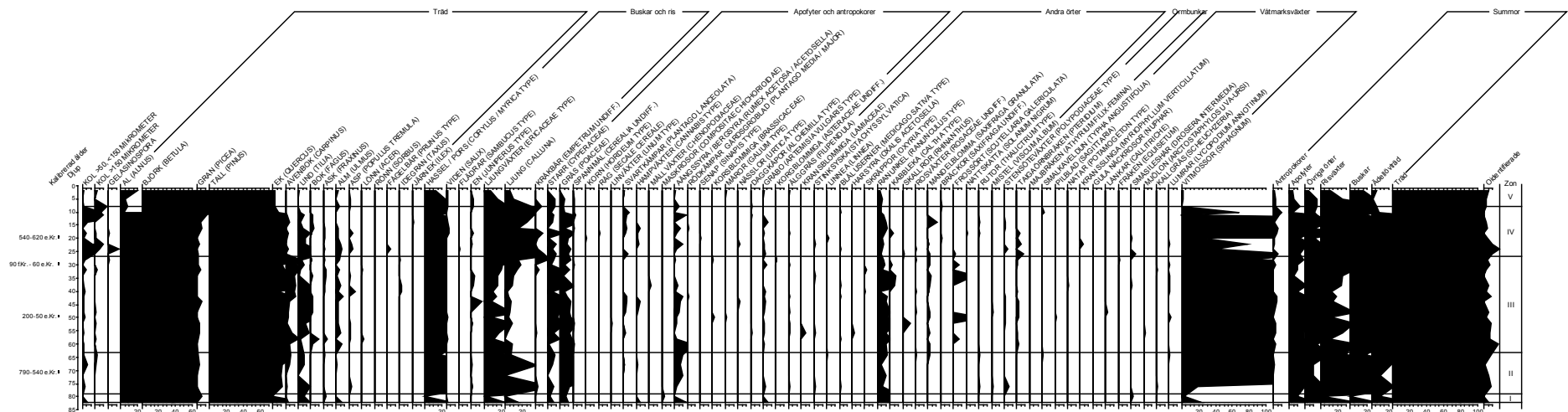
I denna zon sker initialt en minskning i andelen trädpollen till omkring 70 %. Framförallt minskar tall från ca 35 % till drygt 20 %. Björk minskar till kring 30 %. Hassel/pors och ljungväxter (*Ericaceae*) har registrerats i andelar kring ca 5-10 % vardera. I mitten av zonen ökar först andelen gräs (*Poaceae*), sedan syns kulturmarksväxter som svartkämpar, hampa/humle och gråbo (*Artemisia spp.* L.). Genom hela zonen ökar andelen syror (*Rumex spp.* L.). En (*Juniperus communis* L.) har registrerats i låga andelar. Andelen sporer från vitmossor ökar påtagligt.

Kolpartiklar i fraktionen 50-150 μm förekom mer eller mindre i hela zonen och i slutet syns också kolpartiklar >150 μm . Den geokemiska analysen visar en liten höjning av Pb ca 400 f.Kr.

Det brandpåverkade skogslandskapet

Trädandelen minskade och det skedde en omkastning av tall och björk samtidigt som buskar, ris, gräs och *apofyter* ökade vilket kan tyda på att någon form av störning skedde där landskapet öppnades upp. Landskapet var präglad av återkommande bränder vilka kunde vara av både naturligt som av antropogent ursprung. I samband med större kolpartiklar sågs betesindikatorer som svartkämpar och en. På myren ändrades den lokala vegetationen från risväxter till att vitmossorna fick större betydelse vilket kan bero på naturlig myrutveckling. Alternativt skulle det kunna bero på att myren hade blivit fuktigare genom att hydrologin på myren förändrats av bränder.

Höjningen i blykoncentration kan möjligen bero på avlägsen järnhantering, det fanns ingen korrelerande ökning av kolpartiklar som skulle kunna tolkas som ett lokalt nyttjande av skogen för t.ex. kolning.



Figur 8. Pollendiagram från Svarte mosse med andelen pollen och sporer efter art samt kolpartiklar. Svart anger procentvärden och grått promillevärden. Kol 14 dateringarna visas till vänster i diagrammet. Linjerna är dragna enligt indelningen i pollenzoner. Pollendiagrammet är skapat i Tilia/Tiliagraph (Grimm1991, Grimm 2004).

Figure 8. The pollen diagram from “Svarte mosse” with the proportions of pollen and spores and registered charcoal particles. Black is percent and grey is permille. To the left in the diagram are the C-14 dates. Lines are the borders between the different pollen zones. The pollen diagram was created in Tilia/Tiliagraph (Grimm1991, Grimm 2004).

Pollenzon III. 400 f.Kr. – 100 e.Kr., 63 - 27 cm.

Trädandelen håller sig relativt jämnt kring 80 %. I början dominerar tall med omkring 35 %, men mellan 43-38 cm sker en omkastning där andelen tallpollen går ned till omkring 10 %. Samtidigt syns en ökning av björk, al och ek. Avenbokens (*Carpinus betulus* L.) och lindens pollenandelar följer varandra växelvis i det att då den ena minskar så ökar den andra. Den totala trädandelen förändras inte. Mellan ca 400 och 100 f.Kr., (upp till 40 cm) förekommer *antropokorer* som svartkämpar, humle och pollen av spannmålstyp. Betesindikatorer, en, syror och ranunkelväxter (*Ranunculaceae*) minskar vid 40 cm och i slutet av zonen försvinner en och syror. Omkring Kristi födelse (efter 40 cm) ökar åter ranunkelväxterna. Andelen risväxter är generellt sett låg under hela zon III, men börjar öka i slutet av zonen. Andelen vitmosseporer pendlar mellan 30 och 80 %.

Mindre kolpartiklar, 50-150 µm förekommer genom hela zonen medan större partiklar >150 µm förekommer mer sporadiskt. Vid två nivåer, 40 cm (100 f.Kr.) respektive 28 cm (100 e.Kr.) registrerades *Gelasinospora*. Ackumulationen av Pb ökar från ca 100 f.Kr. (figur 9).

Den öppna betesskogen

Under zonens första halva förefaller lågintensiva bränder och bete med möjligen litet inslag av odling att ha präglat skogen. Pollen av spannmålstyp antyder att odling förekom i närheten. Vid 40 cm (ca 100 f.Kr.) inträffade en kraftigare störning. Det skedde en omfördelning av trädarter och samtidigt minskade eller temporärt försvann flera arter som indikerar antropogen närvaro. Istället ökade arter som gynnas av störning eller öppnare förhållanden.

Den svaga ökningen i Pb-koncentration från ca 100 f.Kr. härrör antagligen från metallindustrin på kontinenten.

Pollenzon IV. 100 - 1400 e.Kr., 27 - 8 cm.

Andelen trädpollen varierar mellan 60 och 85 %. Vid 26 cm (ca 200 e.Kr.) minskar tall och björk medan övriga träd uppvisar små förändringar förutom avenbok som minskar tydligt. Vid 18 cm (ca 700 e.Kr.) sker en tydlig nedgång i andelen trädpollen. Efter 11 cm (ca 1200 e.Kr.) minskar också andelen trädpollen och andelen lövträd och ädla lövträd mer eller mindre försvinner ur pollenmaterialet. Mot slutet sker ökning av tall och gran. *Antropokorer* och *apofyter* förekommer genom hela zonen. Ett pollen av korntyp (*Hordeum vulgare* L.) och ett från råg (*Secale cereale* L.) såväl som flera av odefinierad spannmålstyp har registrerats. Det har även registrerats förekomst av nässlor (*Urtica spp.* L.), korgblommiga växter (*Asteraceae*), senap (*Sinapis spp.* L.), groblad (*Plantago major* L.) och humle/hampa-typ. I slutet av zonen ökar andelen ljungväxter medan örter minskar i andel och artantal. Våtmarksväxter minskar fram till 20 cm (ca 600 e.Kr.) och ökar sedan något för att därefter åter minska från 14 cm (ca 1000 e.Kr.).

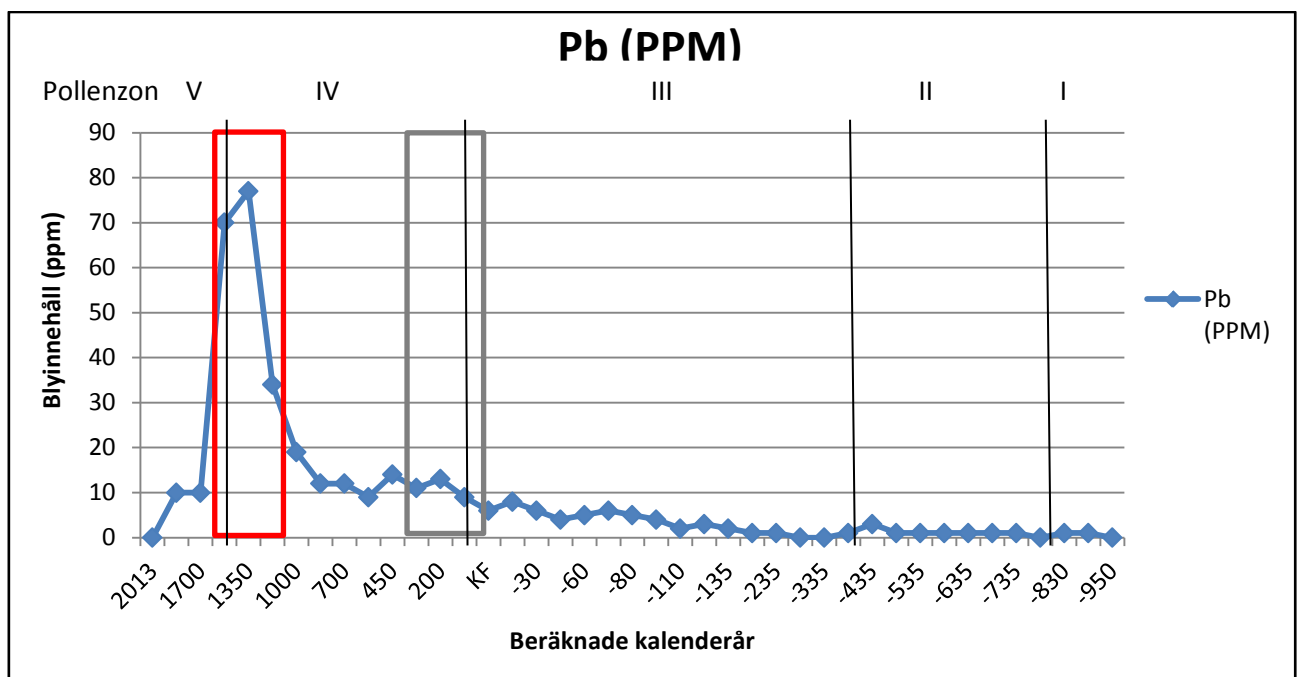
Kolpartiklar 50-150 µm finns registrerade i större andel än tidigare, mest påtagligt vid 22-26 cm (ca 200-450 e.Kr.), 18 cm (ca 700 e.Kr.) och 14-8 cm (ca 1000-1350 e.Kr.). Vid dessa, undantaget vid 14 cm förekommer också kolpartiklar >150 µm. Vid 24 och vid 18 cm registrerades även förekomst av flera *Gelasinospora* (figur 12). Förhöjd koncentration av Pb (figur 9) registrerades mellan ca 200 och 450 e.Kr., kring 700 e.Kr. och från ca 1000 till omkring 1500 e.Kr. För Fe (figur 11) registrerades förhöjd koncentration 200-450 e.Kr. och förhöjd koncentration 1000-1500 e.Kr. Relationen Pb/Ti är under perioden ca 100 f.Kr.-1200 e.Kr. osäker för en bedömning då det sker stora omkastningar (figur 10). Under medeltiden ökade Pb/Ti-kvoten (figur 10).

Jordbruket och järnet blev viktigt

Skogslandskapet öppnades upp från 200 e.Kr. Myren blev torrare varvid risväxter kunde kolonisera på den trädlösa myren. Myren blev under slutet av järnåldern åter fuktigare. Vid 17 cm, ungefär 800-tal e.Kr. etablerades granen kring Svarte mosse. Under medeltiden (1050-1500 e.Kr.) började lövträden minska och efterhand försvinna i området. Under medeltiden blev Svarte mosse torrare.

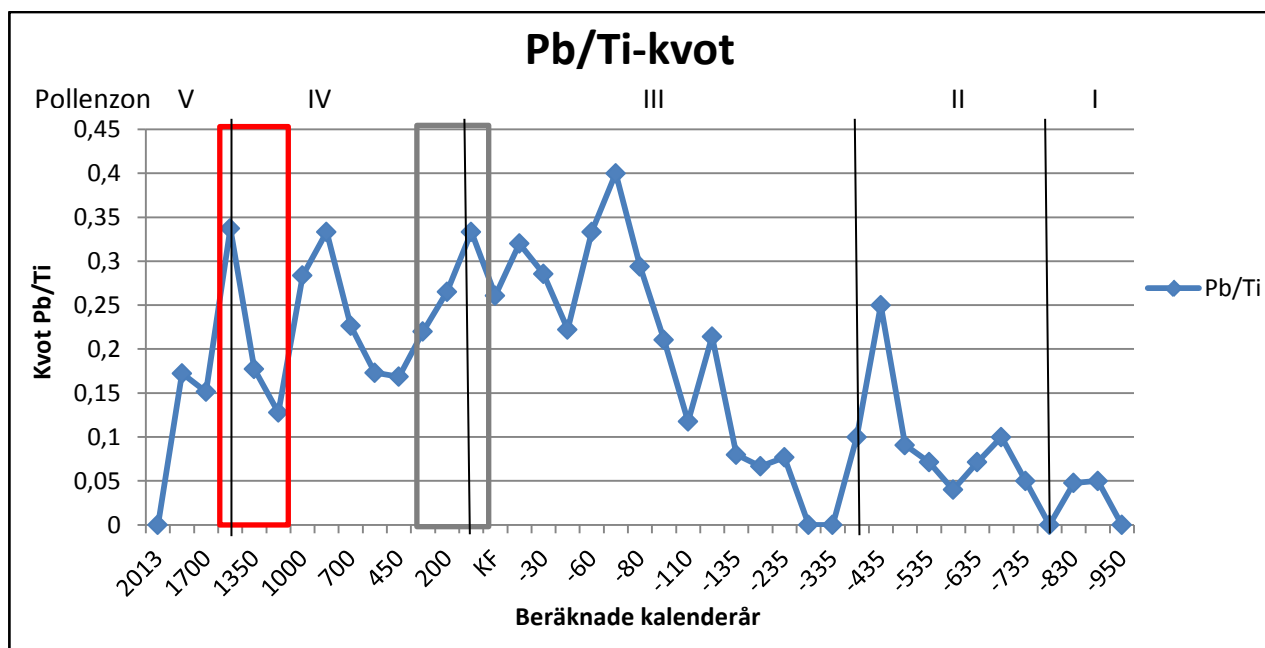
Bete blev vanligare kring Svarte mosse och troligen förekom även odling i området. Under medeltiden ökade brandpåverkan och både *apofyter* och *antropokorer* ökade. Både odling och bete intensifierades.

Den första perioden som uppvisar föroreningar som kan tolkas som spår efter metallhantering är 200-450 e.Kr. då bly- och järnhalterna ökade. Nästa period då bly- och järnhalterna tyder på metallproduktion är från omkring 1000-talet och framåt. Dessa förändringar sammanfaller med att tallskogarna gick tillbaka och att myren blev torrare ca 200 e.Kr. och tillika ökade bränder. Även den andra föroreningsfasen sammanfaller med att bränder lokalt ökade, tillbakagång i tallskogarna och att myren blev torrare. Fasen under medeltiden speglar rimligen den medeltida järnframställningen.



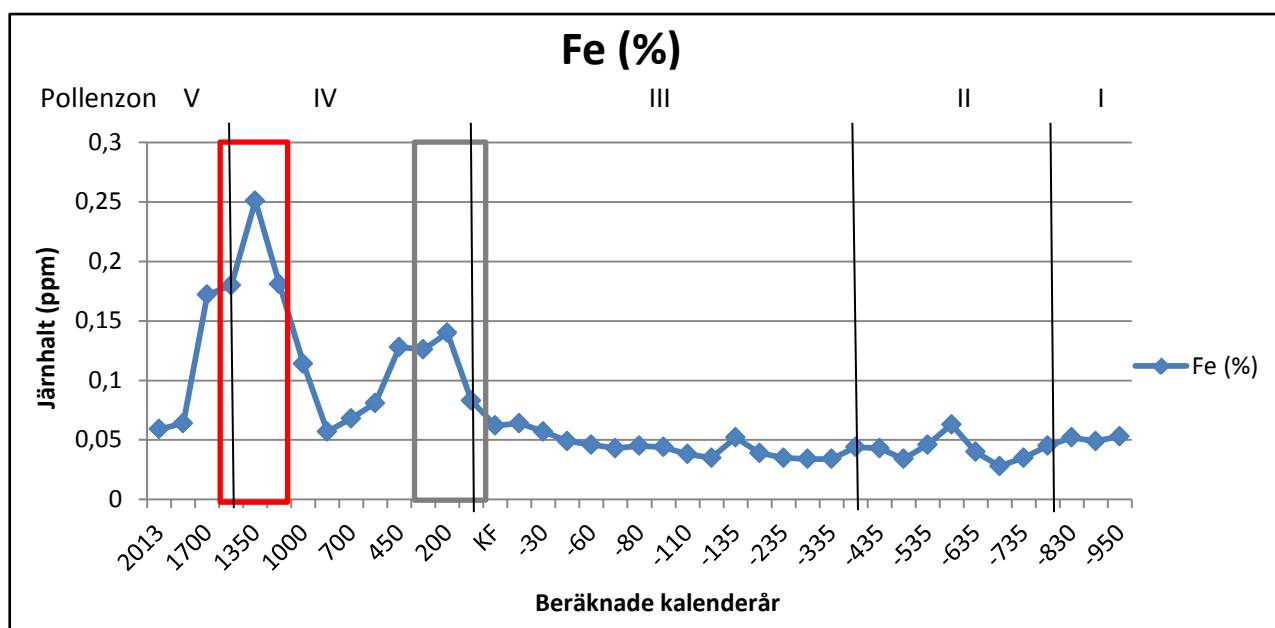
Figur 9. Pb koncentrationen vid olika nivåer i torvlagerföljden från Svarte mosse. Markerade områden är i grått: Romersk järnålder (1-400 e.Kr.). Röd markering visar höjningen 1000-1500 e.Kr.

Figure 9. The concentrations of Pb at different levels in the peat layers resulting from "Svarte mosse". Highlighted areas: Grey shows Roman Iron Age (1-400 AD). Red shows the changes 1000-1500 AD.



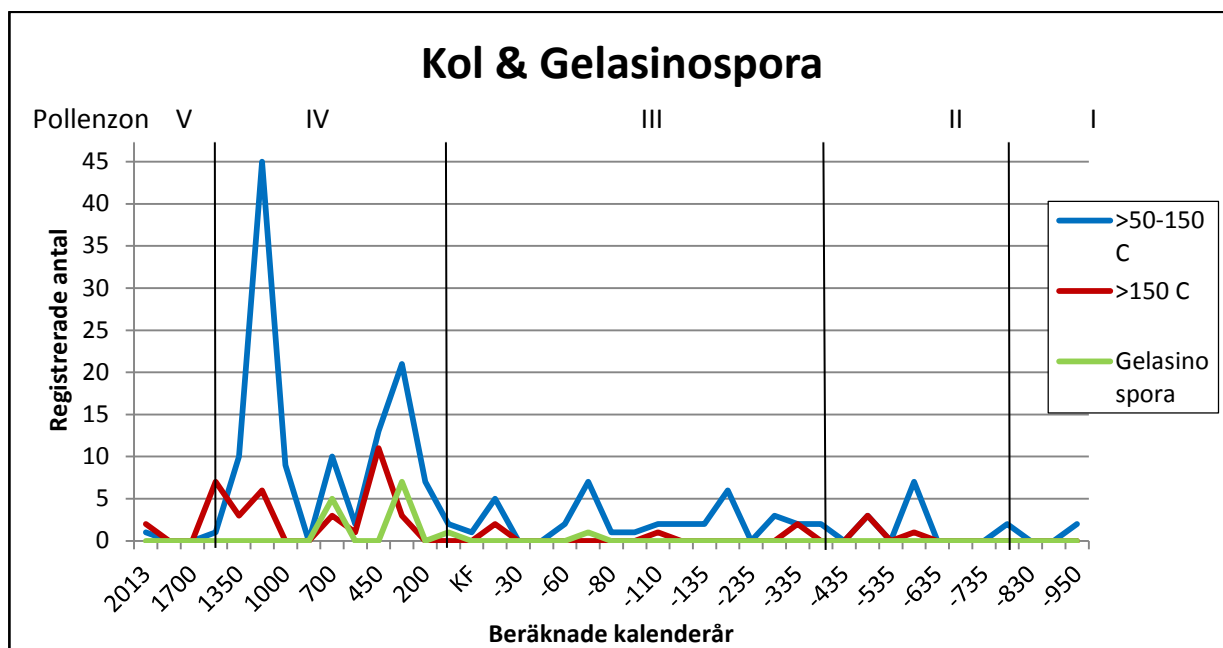
Figur 10. Relationen mellan Pb och Ti genom torvlagerföljden från Svarte mosse. Markerade områden är i grått: Romersk järnålder (1-400 e.Kr.). Röd markering visar förändringen 1000-1500 e.Kr.

Figure 10 The ratio of, Pb and Ti through the peat layers resulting from "Svarte mosse". Highlighted areas: Grey shows Roman Iron Age (1-400 AD). Red shows the changes 1000-1500 AD.



Figur 11. Fe koncentrationen vid olika nivåer i torvlagerföljden från Svarte mosse. Markerade områden är i grått: Romersk järnålder (1-400 e.Kr.). Röd markering visar förändringen 1000-1500 e.Kr.

Figure 11. The concentrations of Fe at different levels in the peat layers resulting from "Svarte mosse". Highlighted areas: Grey shows Roman Iron Age (1-400 AD). Red shows the changes 1000-1500 AD.



Figur 12. Förekomst av kolpartiklar och *Gelasinospora* i Svarte mosse.
Figure 12. The charcoal and *Gelasinospora* in "Svarte mosse".

Pollenzon V. 1400 e.Kr. - nutid, 8 - 0 cm.

Andelen trädpollen ökar från ca 60 till drygt 90 %. Tallen ökar till att utgöra 60 % och andelen gran ökar till ca 10 %. Björk minskar till ca 20 % medan al sjönk till att ca 2 %. Pollen från andra lövträd minskar till mycket låga andelar. *Antropokorer* och *apofyter* förekommer men minskar jämfört med föregående zon. Fram till slutet av zonen ses en liten, jämn förekomst av spannmål. Andelen ljungväxter avtar genom hela zonen. Pollen från våtmarksväxter och vitmossesporer har registrerats i endast låga andelar.

Andelen kolpartiklar minskar betydligt (figur 12). Den geokemiska analysen visade att bly- och järnackumulationen avtog genom zonen (figur 9 och 11).

Hävden minskade och skogslandskapet slöt sig

Svarte mosse blev torrare, en utveckling som understryks av den påtagliga minskningen av vitmossa, andra våtmarksväxter och att även alen påverkades negativt och minskade. Odling och bete kring Svarte mosse minskade. Påverkan från bränder återgick till det mönster som var före vår tideräknings början. Skogsammansättningen gick mot barrträdsdominerad skog med inslag av björk och lite al medan andra lövträd i stort sett försvann. Myren blev efterhand bevuxen med träd och i takt med att Svarte mosse växte igen blev det område som avspeglas i pollenmaterialet för de sista århundradena allt mer lokalt då den öppna ytan minskade.

Tecknen på järnhantering i området upphörde efter medeltidens slut (1500 e.Kr.).

Blyackumulationen minskade något efter medeltiden och upphörde under 1900-talet.

DISKUSSION

Skogen vid Svarte mosse

Lindbladh *et al.* (2000) beskrev det brandpräglade sydöstra Sverige för omkring 3000 år sedan som dominerat av tall-björkskogar som började öppnas upp och då fick ett ökat inslag av ädellövträd. Under de sista 1000 åren blev gran vanligare medan ädellövträden minskade. Det boreonemorala skogslandskapet övergick sedan till slutna barrträdsdominerade skogar.

Skogarna kring Svarte mosse var för ca 3000 år sedan slutna och bestod främst av björk, tall och al med inslag av ek, avenbok, lind, ask och alm. För omkring 2800 år sedan öppnades landskapet kring Svarte mosse upp något av någorlunda regelbundet återkommande störningar. De återkommande lättare störningarna gynnade ädellövträd och hassel vilkas andelar var som störst under järnåldern (500 f.Kr.-1050 e.Kr.). Det är svårt att skilja på naturliga skogsbränder och på bränning för bete i området då de naturliga, återkommande, lågintensiva bränderna också kunde skapa skogar liknande de som präglats av bete. Förekomst av svartkämpar från ca 600 f.Kr. kan tyda på att bete förekom. Omfattningen av nyttjandet av skogen som resurs förefaller att ha ökat i takt med att befolkningen ökade och bosättningar i närheten blev permanenta under medeltiden (1050-1500 e.Kr.).

På basis av djup-ålder modellens sträckning kan man datera när granen blev bestående till ca 800 e.Kr. (17 cm) vilket är i överensstämmelse med Küttels (1985) datering vid Nybro (15 km SV om Svarte mosse). Granen blev alltmer betydande kring Svarte mosse under medeltiden. Granens etablering har antagligen gynnats av att påverkan från bränder efterhand minskade och att den inte betas i någon större utsträckning (Kullberg 2000). Under medeltiden förändrades trädslagssammansättningen och de ädla lövträden minskade. Detta kan förmodligen kopplas till permanenta bosättningar med en ökande befolkning vilket ledde till ett intensivare nyttjande av landskapet. T.ex. tenderar lind att minska eller försvinna när bete blir intensivare (Lagerås 2000) och intensiv betning kan helt förhindra lindens föryngring (Nilsson 1997). Granens etablering har antagligen kunnat gå snabbt i det öppna landskapet som var i slutet av medeltiden (Björkman 1996). Det kan speglas i att det sker markanta minskningar i andelen trädpollen strax före granens etablering och när granen har sin största ökning. Troligen har granen också gynnats av att det blev svalare i samband med ”lilla istiden” ca 1500-1700 e.Kr. vilket samtidigt missgynnade ädellövträden (Lindbladh *et al.* 2000, Greisman *et al.* 2009). Vegetationen kring Svarte mosse gick efter medeltiden mot att bli sluten, barrträdsdominerad skog.

Spår av mänsklig påverkan

Föremålsfynd indikerar att människor har uppehållit sig i området sedan stenåldern (före 1800 f.Kr.) men spår av bosättningar före medeltiden (1050-1500 e.Kr.) saknas. Den påverkan antropogena aktiviteter haft kan speglas i florans sammansättning, brandhändelser och mängden arter som förekommer. Gråbo som kopplas till stigar (Behre 1981) förekom från ca 700 f.Kr. vilket kan tyda på att människor rörde sig mer frekvent i området. Från slutet av bronsåldern (Bronsåldern 1800-500 f.Kr.) ökade tecknen på brandpåverkan med återkommande spår av bränder. Niklasson (2011) diskuterar hur brandregimen kan ha förändrats när människor bosatte sig i sydöstra Smålands skogsbygder. Niklasson menar att mönstret för bränder har ändrats från att ha berört större områden med längre tidsintervall till

att förekomma oftare men beröra mindre områden. Greisman *et al.* (2009) beskriver perioden 2000 f.Kr. till 400 e.Kr. som en period med låg naturlig brandförekomst och brandintensitet. Man kan därför tänka sig att bränder under perioden 2000 f.Kr. till 400 e.Kr. kan ha antropogent ursprung. Lagerås (2013) såg en gradvis ökande röjningsbränning på sydsvenska högländet från ca 2000 f.Kr. Greisman *et al.* (2009) studerade brandens och människans roll i landskapsdynamiken i Storasjö området, ca 48 km väster om Svarte mosse (figur 13). Kring Storasjö var tiden fram till 600 f.Kr. en period med liten brandaktivitet. Under perioden ca 600 f.Kr. till ca 400 e.Kr. ökade brandfrekvensen kring Storasjö vilket kopplades till betesbränning. Även kring Svarte mosse förekom bränder och från 600 f.Kr. fanns växter som en, svartkämpar och syror vilket tyder på att bete förekom i området. Det verkar som om människan påverkat brandregimen vid Svarte mosse och man kan tänka sig att det är spår efter de "flyttande gårdarna" som beskrivits av Lagerås (1997). Kring 600 f.Kr. fanns även hampväxter vid Svarte mosse. Denna första registrering är troligen från vildväxande humle. Humle började odlas under medeltid men har sannolikt förekommit ursprungligt i Sydsverige (Suominen 1994, Krok & Almquist 1994). Odlad humle är dock främst honplantor som inte sprider pollen (Mossberg & Stenberg 2010). Hampa är tidigast känd i landet sedan medeltid (1050-1500 e.Kr.) (Mossberg & Stenberg 2010).

Under järnåldern (500 f.Kr.-1050 e.Kr.) förändrades brandregimen kring Svarte mosse och bränder i området tycks ha blivit allt vanligare och mer lokala (Figur 12). Ett problem är dock att torven från Svarte mosse är så kompakt mellan 30 och 13 cm (från vår tideräknings början till 1000 e.Kr.) att det försvårade både datering och upplösningen i det man ser. Omkring vår tideräknings början blir tecken på spannmålsodling starkare i området. Lagerås (2013) såg en kraftig jordbruksexpansion under yngre Romersk järnålder (1-400 e.Kr.). Perioden 400-800 e.Kr. var sedan en period då agrara verksamheter minskade på det Småländska högländet (Lagerås 1996, Lagerås 2013). Vid Svarte mosse finns ökade spår av brandpåverkan perioden 200-450 e.Kr., ca 700 e.Kr. och perioden 1000-1500 e.Kr. (Figur 11). Man kan notera den rikliga kolförekomsten 200-450 e.Kr. (Figur 12) som ju infaller under en period som Greisman *et al.* (2009) tolkat som en period av låg brandförekomst och intensitet. Antagligen speglar det antropogena aktiviteter i området då man röjt marken för bete och odling och man kan från minskning i träd och ökning av kolpartiklar tänka sig att även andra aktiviteter som kolning förekom.

De första tecknen på odling är från ca 400 f.Kr. Korn har odlats i landet sedan neolitikum (4000-1500 f.Kr.) (Welinder *et al.* 1999). Råg började odlas i Sverige under järnåldern (Viklund 1998) och var åtminstone sedan medeltiden en vanlig gröda i samband med svedjebruk (Emanuelsson & Segerström 2002). Man kan inte utesluta att det kan röra sig om långväga transporterat pollen (Behre 1981, Lahtinen & Rowley 2013) eller snarlika närbesläktade vilda arter av gräspollen som Mannagräs (*Glyceria spp.* (L) R. Br.) som förekommer i södra Sverige (Mossberg & Stenberg 2010). Lagerås (1996) har daterat odlingen på Småländska högländet till mellan 600 och 250 f.Kr. Att odling bedrevs längre in i landet gör det troligt att det i det mer kustnära Bäckebo-området kan ha förekommit odling från tidig järnålder. En indikation på att området användes för bete under järnåldern är ändelsen "-bo" som i Bäckebo då "-bo" kan kopplas till fåbodssystem och utmarksodling som senare kom att gå upp i permanenta gårdar (Lindquist 2001). Omkring 1000 e.Kr. blev påverkan på skogen kraftigare och signalerna från brand, odling och bete mer kontinuerliga vid Svarte mosse. Detta tyder på att det etablerades permanent jordbruk kring Bäckebo. Ett annat tecken på odling är den kvarn som under medeltiden anlades 200 m från Svarte mosse (Kristvalla RAÄ 82:1-3, FMIS). Lagerås (2013) visar att under perioden 1100-1350 e.Kr. skedde en kraftig jordbruksexpansion på det Småländska högländet. Generellt blev den

antropogena påverkan svagare mot slutet av medeltiden. Man kan tänka sig att det speglar avfolkningen i samband med digerdöden kring 1350 e.Kr. som i det angränsade Varend ledde till att sämre marker i skogsbygden övergavs (Larsson 1964). Det syns en nedgång av andelen jordbruksväxter i pollenanalyser från det sydsvenska höglandet vid denna tid (Lagerås 2007). Det mönster för befolkningsändringen som ges av Myrdal (2003) är att de sämre markerna i skogsbygden övergavs då bättre jordar, främst i slättlandet blev tillgängliga.

Tabell 2. Översikt över när utvalda händelser först kan identifieras på de platser som diskuteras i denna studie. "Järnhantering fas" avser de möjliga indikationer på järnhantering som har identifierats i denna studie.
Table 2. Time when different events of interest occur at the different locations discussed in this study. "Järnhantering fas" refers to possible signs of iron working identified in this study

	Svarte mosse	Lohällsmossen (Weinehall 2013)	Eskilshult (Weinehall 2013)	Hornsö (Valdemardotter 2001)	Storasjö (Greisman et al. 2009)
Torvlagerföljd från	900 f.Kr.	3000 f.Kr.	Kr.f.	1200 f.Kr.	8900 f.Kr
öppnare lövskogar	400 f.Kr.	400 f.Kr.	Kr.f.	500 f.Kr.	1000 f.Kr.
Flyttande jordbruk	600 f.Kr.	1500 f.Kr.	200 e.Kr.	600 f.kr.	1500 f.Kr.
Odling (första spår)	400 f.Kr.	1500 f.Kr.	200 e.Kr.	ca 1200 e.Kr.	500 e.Kr.
Bosättningar		900 e.Kr.	900 e.Kr.	1200 e.Kr.	1000 e.Kr.
Järnhantering fas I	200-450 e.Kr.				
Järnhantering fas II	700 e.Kr.	700 e.Kr.			
Järnhantering fas III	1000-1400 e.Kr.	1000-1400eKr.	1300-1500 e.Kr.		
Granen etableras	800 e.Kr.	800 e.Kr.	800 e.Kr.	900 (1800)	1000 e.Kr.
Ädellövträd minskar	1200 e.Kr.	1400 e.Kr.	1800 e.Kr.		1500 e.Kr.
Gran ökning	1500 e.Kr.	1500 e.Kr.	1800 e.Kr.	1800 e.Kr.	1600 e.Kr.
Barträdsdom. skog	1500 e.Kr.	1700 e.Kr.	1800 e.Kr.	1800 e.Kr.	1600 e.Kr.



Figur 13. Översikt över de olika lokalerna som nämns i texten. SM=Svarte mosse, EH=Eskilshult, LH=Lohällsmossen, HÖ=Hornsö, SS=Storasjö.

Figure 13. The geographic location of the sites that are mentioned in the text. SM=Svarte mosse, EH=Eskilshult, LH=Lohällsmossen, HÖ=Hornsö, SS=Storasjö.

Hur kan spår av mänsklig påverkan kopplas till järnhanteringen som bedrivits i området?

Lagerås (2007) tar upp problematiken som finns med att genom pollenanalys inklusive registrering av kolpartiklar entydigt skilja ut signaler från agrar verksamhet respektive järnframställning. I pollenmaterialet avsätter järnframställning och jordbruk snarlika spår och verksamheterna har dessutom bedrivits simultant i samma områden. Genom geokemiska analyser kan indikationer på tidigare metallhantering spåras (Shotyk 1996, Weiss *et al.* 1999, Brännvall *et al.* 1999). T.ex. kan blyföreningar från Romarrikets metallhantering ses i tungmetallanalyser från hela Europa och även i Sverige i torv och sjösediment samtida med Romersk järnålder, ca 1-400 e.Kr. (Görres & Frenzel 1997, Renberg *et al.* 2001). Fram till medeltid (1050-1500 e.Kr.) gick blykoncentrationerna ned och ökade sedan under medeltiden för att därefter vända nedåt i samband med digerdöden ca 1350 e.Kr. Under 1500-talet ökade blykoncentrationerna igen och gick ner först i nutid (Renberg *et al.* 2001). Genom att kombinera data från pollenanalys där man även analyserar träkolsförekomst med geokemiska analyser får man ett verktyg för att förklara interaktioner människa och miljö (Segerström *et al.* 2010). Därigenom kan en signal från möjlig järnhantering skiljas från signaler av odling och bete.

Metoden att påvisa metallutvinning och metallhantering har i liknande studier givit goda resultat. Vegetationsförändringarna vid Svarte mosse visar att mänskliga aktiviteter har påverkat både bränder och skogens slutenhet. Ett problem med resultaten från Svarte mosse är dock att vegetationsförändringar inte helt entydigt kan sägas vara ett resultat av antingen naturliga bränder, agrar verksamhet eller metalhantering. Dessutom finns svårigheter även med tungmetallanalyserna. En del förändringar i geokemin i Svarte mosse gör det svårare att tolka tungmetallanalysen angående eventuella äldre föreningar. Förändrad geokemi kan bero på ändrad hydrologi, brand på mossen, förändringar i nedbrytning och tillväxt eller någon annan faktor som påverkat erosionen. Det är dock svårt att exakt särskilja vad som orsakat en förändring i geokemin. Det man kan se i Svarte mosse är att det vid 200-450, ca 700 och 1000-1500 e.Kr. är förhöjd Pb-ackumulation. Fe-koncentrationen var högre under 200-450 och 1000-1700 e.Kr.

Blästerugnar finns emellertid daterade i Möres slättland från ca 400 f.Kr. (Magnusson & Rubensson 2001). Den medeltida järnproduktionen i Möre är belagd arkeologiskt och det finns skriftliga källor om "*Calmare-jernet*" (Larsson 2002) och det var även under medeltiden som de kraftigaste förhöjningarna i Pb- och Fe-koncentrationer mättes. Under medeltiden ökade också kvoten i Pb/Ti vilket tyder på atmosfäriskt blynedfall. Av allt att döma upphörde sedan järnframställningen i Möre då spår från järnhantering inte kunnat beläggas arkeologiskt efter 1400-talet och från 1500-talet saknas räkenskapsuppgifter om "*Calmare-jern*" (Magnusson 2010). Analysen av föroreningshistoriken komplicerades av svårigheterna med att separera tillförda tungmetaller från förändringar från interna processer i myren för perioden från 100 f.Kr. till 1000 e.Kr. Vid 200-450 e.Kr. kompliceras det även av den kontinentala metallindustri som kan ha påverkat ackumulationen av tungmetaller. För att fastställa om det är Pb av lokalt ursprung eller härrör från andra källor är en Pb-isotopsanalys nödvändig. Vid 700 e.Kr. är den eventuella signalen svagare men det är intressant att Weinehall (2013) noterade en större kolmängd vid Lohällsmossen vid ca 700 e.Kr. och samtidigt en viss ökning i Pb, under förutsättning att dateringarna där är riktiga.

Utifrån ökning i Pb- och Fe-koncentration och kol under medeltiden som med säkerhet går att koppla till den lokala järnframställningen kan man med försiktighet överväga om höjningarna

i Pb- och Fe-koncentration och kol som skett tidigare också kan vara tecken på järnproduktion. Järnframställning i blästerugn var sedan länge känd i Möre. Idag anses järnhanteringen i skogsbygden ha startat under medeltiden vilket styrks av de dateringar som gjorts av undersökta blästplatser (Magnusson 1986). Men man kan fundera över om människor med kunskaper om järnframställning som har uppehållit sig i området skulle avstå från att framställa järn? Det är då tänkvärt att en blästerugn var billig att anlägga och att järnframställning och kunde utföras av ett familjekollektiv (Magnusson 2010). Bete verkar förekommit tämligen regelbundet under en längre tid i området. Kan vi utesluta att det förekommit järnproduktion före den medeltida i området? Det här känns som en fråga som förtjänar att utredas vidare. Det skulle vara intressant att analysera blyisotopsammansättningen hos det kring Bäckebo deponerade blyet för att få svar på om höjningarna i Pb-koncentration har lokal källa eller är av annan härkomst (Renberg *et al.* 2002). I andra fall har ökad kunskap från paleoekologiska studier i kombination med geokemisk analys inneburit att vi har fått revidera vår uppfattning om när järnhanteringen startat i ett område som t.ex. i Norberg (Segerström *et al.* 2010).

Hur kan spåren efter järnhantering skiljas från spåren efter odling och bete i form av avtryck i naturliga arkiv?

Spåren från jordbruk

Röjningsbränning för bete kan ses i kolpartikelförekomster och gynnar arter som ljung. Bete kan också ses i betesindikatorer som en, svartkämper och syror. Åkerbruk kan ses i ökad kolpartikelförekomst och i odlade arter som spannmål, lin och hampväxter och arter som gynnas av odling, t.ex. åkerogräs.

Spåren från järnhantering

När man framställde järn i blästerugnar, skedde det i anslutning till platser där man kunde utvinna sjö- eller myrmalm (Segerström 2013) samt hade närhet till bränsle i form av ved och träkol (Magnusson 2010). Produktionen av järn krävde stora mängder ved och träkol till olika steg i processen (Magnusson 1986). Stora uttag av bränsle och kolningsverksamhet kan ses i pollenanalyser med nedgång i trädpollen och ökad mängd kolpartiklar. Järnhanteringen ledde också till utsläpp av föroreningar som kan spåras med tungmetallanalyser.

Ett problem är att människor behövde mat och virke till sin försörjning även då man bedrev blästerugsbruk i området. Spåren från matproduktion skiljer sig inte nämnvärt mellan lokaler med respektive utan blästerugsbruk. Skillnader får istället sökas i intensivare brandaktivitet och i föroreningshistoriken. Betesdrift med inslag av odling har förekommit i området under järnåldern (500 f.Kr.-1050 e.Kr.) och möjligen är det bete som speglas vid Svarte mosse under tiden 400 f.Kr. till 100 e.Kr. Vid Svarte mosse inträffar samtidigt ökningarna i Pb- och Fe-koncentrationer, nedgång i trädpollen och kraftig ökning av brandaktiviteter under perioden 200-450 e.Kr. Nedgången i trädpollen är ganska liten medan ökningen av kol är mer markant. Brandaktiviteterna fram till 450 e.Kr. är intressant då det var en period med låg förekomst av naturlig brandaktivitet. Brandhändelser då den naturliga brandaktiviteten var låg och ökade föroreningar skulle kunna tyda på att järnframställning har förekommit i liten skala. För att avgöra om det förekom lokal järnhantering i närheten av Svarte mosse 200-450 e.Kr. behövs vidare analyser med förbättrad tungmetallanalys och blyisotopanalys. Omkring 700 e.Kr., registrerades bl.a. förekomst av råg vilket kan vara värt att notera då 400 till 800 e.Kr. anses vara en period med minskad agrar verksamhet i området. Samtidigt minskar andelen trädpollen markant och det registrerades kolpartiklar och *Gelasinospora*. Vid samma

tid sågs ökning av kol och blyackumulering vid Lohällsmossen (Weinehall 2013). Tecknen på aktiviteter i området är intressanta att notera under en av period av befolkningsminskning med minskad agrar verksamhet. Under perioden 1000-1400 e.Kr. minskade andelen trädpollen vid Svarte mosse och samtidigt uppmättes de högsta blykoncentrationerna där ackumulationen av bly ökade till slutet av medeltiden, något som även sågs i studien av Winehall (2013). Under samma period skedde också en kraftig ökning av brandaktiviteter och järnackumulering. En svårighet att koppla skeenden i materialet tidsmässigt är att torven är så kompakt mellan 30-13 cm, en sekvens som visade sig vara mycket intressant i pollen- och tungmetallanalyserna. Efter 1500 e.Kr. blir koncentrationerna av tungmetaller lägre i Svarte mosse och järnhanteringen i området verkar upphöra.

Hur blev påverkan från järnproduktion och jordbruk på kort och på lång sikt?

Jordbruket kom att präglade landskapet under långa tidsperioder då mark röjdes och floran ändrades genom införsel av nya arter och att befintliga arter såväl kunde gynnas som missgynnas av de förändringarna i förhållanden som jordbruket förde med sig. Inledningsvis har det sporadiska jordbruket och beteshållningen från de "vandrande jordbruken" gett öppnare skogar som gynnat ädellövträd och gett en rikare flora. Då permanenta bosättningar anlades under medeltiden ökade brandpåverkan och både *apofyter* och *antropokorer* ökade. Enligt Greisman *et al.* (2009) var perioden 1000-1500 e.Kr. en period med högre brandförekomst och högre brandintensitet, framförallt under den "medeltida värmeperioden" (1000-1200 e.Kr.).

Vid Svarte mosse är kolpartiklar särskilt framträdande under 1000-1500 e.Kr. samtidigt som trädförekomsten då blev lägre. Det torde spegla en ökad användning av brand för röjning för odling och bete som följde med en ökande befolkning i området och aktiviteter som kolning för järnhanteringen. Från medeltiden (1050-1500 e.Kr.) finns tre fördämningar i Vasabäcken, 200 m söder om Svarte mosse där det även ska ha legat en kvarn (Kristvalla RAÄ 82:1-3, FMIS). Kanske har förändringarna då påverkat förhållandena så att myren blev torrare. Kanske har man försökt torrlägga myren för t.ex. bete eller slåtter. Med intensivare agrar verksamhet tenderar ädellövträd att minska (Lindblad *et al.* 2000), vilket också sker kring Svarte mosse där ädellövträden försvinner under medeltiden. Från slutet av medeltiden, efter 1500 e.Kr. (8 cm) verkar aktiviteterna och brandpåverkan kring Svarte mosse minska. Kanske kan förändrad brandregim efter medeltiden kopplas till att graden av kolning minskade och med tiden allt effektivare brandbekämpning. Mot slutet av medeltiden ökar granen som gynnas av minskad brandförekomst och kunnat ta över på de tidigare mer öppna markerna. Ett fåtal arter kom att utgöra allt större andelar efter medeltiden då en barrträdsdominerad skog slöt sig omkring och efterhand på Svarte mosse. Berglund *et al.* (2008) beskrev ett liknande mönster i en studie i södra Skåne och södra Blekinge där en viss grad av störning gav ett mosaikartat landskap. Där bete sedan upphörde transformerades landskapet till ljungområden som därefter utvecklades till artfattiga skogar (Berglund *et al.* 2008).

Behov av bränsle för järnhanteringen gav kraftig men mer kortvarig påverkan. Vid transporter längre än 20 km tenderade kolet att i alltför hög grad att smulas sönder och bli oanvändbart som bränsle (Englund 2002) därför måste bränslet tas från ett ganska begränsat område i närheten av den plats där det skulle användas. Uttag av bränsle blev därför väldigt lokalt. Det leder till en viktig fråga om järnhanteringen ledde till omfattande förändringar av skogarna och så fall hur pass bestående dessa förändringar blev på kortare och på längre sikt.

Magnusson (2010) kopplar uthuggningen av de Gotländska skogarna under tidig medeltid till upparbetningen av järn i Visby. I nordnorden verkar det skett en allmän nedgång i järnproduktionen under 600-700 e.Kr. (Magnusson 2000). Björk (2007) tar upp att brist på bränsle på slätterna kan ha varit en anledning till expansionen in i skogsbygderna. Det kan också enligt Björk (2007) ha förekommit järnframställning i utmarkerna under vendel- (550-800 e.Kr.) och vikingatid (800-1100 e.Kr.). Vid Svarte mosse sker mindre nedgångar i trädpollen som kan kopplas till agrar verksamhet och kraftigare nedgångar i trädpollen då det registrerats spår av möjlig järnhantering. De kraftiga minskningarna i trädandel har varit ganska kortvariga. Däremot har de sammantagna antropogena verksamheterna drivit på förändringar i trädslagsammansättningen som kunnat bli mer bestående.

Svarte mosse och de andra lokalerna kring Bäckebo.

Från Hornsö finns ingen geokemisk analys varför Hornsö inte diskuteras rörande föroreningshistorik utan enbart rörande vegetationshistorik. I torvmaterialet från såväl Svarte mosse, Eskilshult och Skåningsmåla ses förhöjda Pb-koncentrationer som följer ett likartat mönster. Pb-koncentrationen blir också högre ju närmare provtagningsplatsen ligger i förhållande till närmaste blästplats. Brännvall *et al.* (1999) visar att närmare utsläppskällan är koncentrationerna av tungmetaller större och minskar med stigande avstånd till källan. I torven från Eskilshult som var närmast en blästerugn är Pb-koncentrationen vid 1100-tal e.Kr. ca 60 $\mu\text{g g}^{-1}$. Vid Lohällsmossen ca 50 $\mu\text{g g}^{-1}$ och i torven från Svarte mosse som är belägen längst ifrån någon blästplats, ca 20 $\mu\text{g g}^{-1}$. Detta kan jämföras med Pb-halter i sjösediment från norra Sverige utan någon känd lokal utsläppskälla som kring 1100-talet hade Pb-koncentrationer om 10 $\mu\text{g g}^{-1}$ mot ca 5 i $\mu\text{g g}^{-1}$ före medeltiden (Brännvall *et al.* 1999). Vid 18 cm (ca 700 e.Kr.) höjs Pb/Ti-kvoten i Svarte mosse, däremot är höjningen i Pb-koncentration liten. Det kan spegla att man röjde mark och bearbetade den intensivare (Görres & Frenzel 1997), kanske skedde också järnframställning. När man börjat odla i området är oklart, enstaka pollen av spannmålstyp förekommer från ca 500 f.Kr. Jämfört med de andra lokalerna ses ett liknande mönster med en inledande fas under tidig järnålder med tillfälligt bete och möjligen litet inslag av odling (tabell 2).

Skogen vid Lohällsmossen (Weinehall 2013).

Weinehall (2013) beskriver vegetationen vid Lohällsmossen där trädandelen från början utgör ca 80 % och ökar sedan till ca 90 %. Fram till ca 400 f.Kr. dominerar tall i en blandskog där björk och al utgjorde de följande största inslagen. Ädellövträden representerades främst av ek och lind. Omkring 400 f.Kr. minskade andelen tall medan björk blev det mer dominerande trädslaget. Under medeltiden minskade björken gradvis och tall blev åter mer dominerande. Granen etablerades ca 800 e.Kr. och ökade från slutet av medeltiden. Under de sista århundradena har skogen blivit barrträdsdominerad medan björk minskade och al och ädellövträd minskade kraftigt.

Skogen vid Eskilshult (Weinehall 2013).

Vid Eskilshult utgjorde trädandelen inledningsvis ca 80 % och minskade sedan till ca 60 %, mest markant under de sista 200 åren. Skogen var björkdominerad med al och tall som andra och tredje mest förekommande trädslag. Granen blev bestående och ökade från omkring 800 e.Kr. Från ca 900 e.Kr. minskade al medan tall och ädellövträd ökade. Omkring 1800 e.Kr. skedde en kraftig minskning av björk och istället ökade tall och gran. Ädellövträd minskade kring 1800 e.Kr. men ek och lind fanns kvar i pollenmaterialet.

Skogen vid Hornsö (Valdemardotter 2001).

Vid Hornsö har trädandelen hela tiden legat kring 90 % och varit svagt ökande. Skogen utgjordes inledningsvis framförallt av tall-lövsog. Kulturpåverkad skog sågs från 400 f.Kr. och odling pågick vid Hornsö från omkring 1200 e.Kr. till ca 1800 e.Kr. Från sen medeltid ökade ek, gran och i viss mån bok. Vid Hornsö utgjordes landskapet vid slutet av 1700-talet främst av tall, ek och björk (Gustafsson 2000). Granen etablerades kring Hornsö under 1800-talet enligt Valdemardotter (2001) som använder Huntley & Birks (1983) riktvärde där granen räknas etablerad i ett område när den utgör en andel om 5 % i pollendiagrammet. En uppskattning utifrån djup-ålder modellen från Hornsö i Valdemardotter (2001) ger att granen blir bestående vid Hornsö ca 1000 e.Kr. vilket är i linje med Küttel (1985). Under slutet av 1800-talet slöt sig skogarna kring Hornsö.

Skogarna kring Bäckebo.

Det övergripande mönstret för de olika lokalerna (tabell 2) följer det som beskrivits för sydöstra Sverige av Lindblad *et al.* (2000). Lohällsmossen och Svarte mosse som har haft mindre påverkan från jordbruk har mest likartad historia, möjligen kan det också bero på att lokalerna i sig är mer lika varandra. Under järnåldern (500 f.Kr.-1050 e.Kr.) öppnades skogarna upp vilket gynnade lövträd. Under sen järnålder etablerades granen. Under medeltiden (1050-1500 e.Kr.) minskade andelen lövträd och mot slutet av medeltiden minskade inslaget av kulturväxter vid Svarte mosse och Lohällsmossen, men inte vid Eskilshult. Vid Lohällsmossen och Svarte mosse skedde en förbuskning som efterhand övergick till allt mer sluten barrträds-dominerad skog. Ökningen av främst salix kan bero på igenväxning av tidigare mer öppna områden där markerna nu i mindre utstäckning hävdades. Det förefaller som om odling har fortgått närmare Eskilshult som än idag är en levande by medan marken kring Svarte mosse och Lohällsmossen i mindre grad kom att hävdas och mer användes för skogsbeete som pågick in i modern tid. Vid Eskilshult har jordbruk haft en annan påverkan på den omgivande skogen. Landskapet vid Eskilshult har varit mer öppet och barrträd blev där dominerande först under 1800-talet. I viss mån liknar Eskilshults historia den vid Hornsö som dock hela tiden haft mer sluten skog vilket kan antas bero att Hornsö förefaller ha varit mindre befolkat. Vid Hornsö har till skillnad från övriga lokaler skett en ökning av ek vilket påtagligt skiljer sig från utvecklingen vid Lohällsmossen och Svarte mosse där eken försvann efter medeltiden när skogarna där slöt sig. Vid Eskilshult ökade också ädellövträd under sen järnålder men minskade sedan från 1800-talet. Granen verkar att ha etablerats senare vid Lohällsmossen och Hornsö. Ett gemensamt drag var att från slutet av medeltiden minskade lövträd, främst ädellövträd och al medan gran ökade och barrträd blev dominerande.

Svarte mosse har en svagare signal från såväl jordbruk som järnhantering än vad som var fallet vid Lohällsmossen och Eskilshult. Att signalen skulle vara svagare kunde också förväntas utifrån lokalernas skillnader i avstånd till jordbruk och järnframställningsplatser. Det är också skillnader i storlek hos de tre lokalerna. Myren vid Eskilshult är en liten öppen yta vars pollenarkiv främst representerar vegetationen närmast runt platsen (0-500 m). Lohällsmossen är något större därför representeras ett större område i det som lagrats in i torven. Slutligen är Svarte mosse från början en stor öppen yta och torvarkivet kan väntas spegla ett område med flera km radie innan myren dikades ut och beväxtes med sluten skog. Speglingen förändras både vid Lohällsmossen och vid Svarte mosse då myrarna dikades ut och blev torrare och de fick efter medeltiden en allt mindre öppen yta då de växte igen med skog.

Slutsatser

Hur såg skogarna i området ut och hur förändrades de över tid?

Skogarna har gått från slutna tall-björk dominerade skogar till öppnare med ökat ädellövträdinslag. Under 800-talet etablerades granen och under medeltiden förändrades trädslagssammansättningen till allt mer slutna barrträdsdominerande skogar.

När och hur kan vi se spår av mänsklig påverkan?

Från 800-tal f.Kr. sågs tecken på betesröjning i kolpartiklar, betesindikatorer och nedgång i träd. Under järnåldern ökade användningen av brand och det sågs även inslag av odlade växter. Ökade andelar kolpartiklar, blyföreningar och minskad trädförekomst indikerar att järnframställning möjligen har förekommit från ca 200 e.Kr. Under medeltiden förekom kontinuerligt odling, bete och järnframställning.

Hur kan spår av mänsklig påverkan kopplas till järnhanteringen som bedrivits i området?

Ökade kolförekomster och atmosfäriska blyföreningar kan det tyda på att järnhantering förekommit. Genom referenser i form av arkeologiska och skriftliga källor under medeltiden kan vi knyta dessa spår i provmaterialet från 1000-1400 e.Kr. till järnhanteringen. Med den kunskapen kan vi sedan betrakta spår som har likheter med den medeltida perioden såsom här från 200-450 e.Kr. och de svagare från 700 e.Kr. Det är dock helt nödvändigt att göra en blyisotopanalys för att avgöra om blynedfallet är av lokalt ursprung, framförallt för det äldre nedfallet.

Hur kan spåren efter järnhantering skiljas från spåren efter odling och bete?

Odling kan ses i analyserna i form av odlade växter, ogräs samt kolpartiklar. Bete med förekomst av kolpartiklar och betesindikatorer som växter som en, svartkämpar och syror. Möjlig järnhantering kan skiljas ut då andelen kol och Pb-koncentration ökar samtidigt som och det sker en nedgång i andelen trädpollen.

Hur blev påverkan från järnproduktion och jordbruk på kort och på lång sikt? Var påverkan permanent eller bara temporär?

Sporadiskt återkommande bete skapade öppnare skogar vilket gynnade en rikare flora. Det intensivare nyttjandet av marken under medeltiden ledde till att flera arter minskade och försvann. Efter medeltiden minskade störningsgraden och de marker som tidigare hävdats växte igen med allt mer slutna skogar dominerade av tall och gran där biodiversiteten sjönk.

På vilka sätt förhåller sig Svarte mosse till de andra studerade lokalerna kring Bäckebo?

Inledningsvis bestod av skogarna av tall-björkskog. Under järnålder ökade inslagen av ädellövträd. Medan skogarna efter medeltiden slöt sig kring Svarte mosse och Lohällsmossen där al och ädellövträd minskade eller försvann bestod ett mer öppet jordbrukslandskap kring Eskilshult där även en del ädellövträd finns kvar. Föreningenshistoriken har likheter mellan Svarte mosse, Eskilshult och Lohällsmossen där skillnader tycks bero på skillnader i avstånd till kända blästbruksplatser och möjligen också de närliggande blästbruksplatsernas antal.

REFERENSER

- Andersson, H. (2010). Järn, Stad och Statsbildning. I: Magnusson, G. (Red.). *Med hammare och Fackla XLI*. Kristianstad: Kristianstads boktryckeri.
- Anon. (1900). *Väg och vattenbyggnadsstyrelsens underdåniga berättelse. För året 1899*. Stockholm: Ivar Haeggströms Boktryckeri AB.
- Arpi, G. (1951). Den svenska järnhanteringens träkolsförsörjning 1830-1950. Stockholm: Jernkontoret.
- Behre, K. E. (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores* 23: 225–245.
- Beug, H.-J. (2004). *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Berglund, B.E., Gaillard, M.-J., Björkman, L., Persson, T. (2008). Long-term changes in floristic diversity in southern Sweden: Palynological richness, vegetation dynamics and land-use. *Vegetation History Archeobotany* 17: 573-583.
- Bindler R., Segerström U., Pettersson-Jensen I.-M., Berg A., Hansson S., Holmström H. Olsson K. & Renberg I. (2011). Early medieval origins of iron mining and settlement in central Sweden: multiproxy analysis of sediment and peat records from the Norberg mining district. *Journal of Archaeological Science* 38: 291-300.
- Björk, T. (2007). Vems var järnet? Om järn och makt i skånsk järnålder. I: Helgesson, B. (Red.). Järnets roll. *Skånelandens och södra Smålands järnframställning under förhistorisk och historisk tid*. Kristianstad, Sverige 3 maj 2007.
- Björkman, L. (1996). *The late Holocene history of Beech Fagus sylvatica and Norway spruce Picea abies at stand-scale in southern Sweden*. Diss. Lund: Lunds Universitet.
- Björse, G. & Bradshaw, R. (1998). 2000 years of forest dynamics in southern Sweden: suggestions for forest management. *Forest ecology & Management* 104: 15-26.
- Blaauw, M. (2010). Methods and code for ‘classical’ age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5: 512–518.
- Blomqvist, M. (2007). *Informationssystemet för fornminnen – lista med lämningstyper och antikvarisk praxis, Version 3.4*. Stockholm: Riksantikvariatämbetet.
- Brännvall, M.-L., Bindler, R., Renberg, I., Emteryd, O., Bartnicki, J. & Billström, K. (1999). The Medieval Metal Industry Was the Cradle of Modern Large-Scale Atmospheric Lead Pollution in Northern Europe. *Environmental Science & Technology* Vol. 33 No. 24.
- Clark, J.S. (1988). Particle motion and the Theory of charcoal analysis: source area, transport, deposition and sampling. *Quaternary research* 30:67-80.

Crew, P. (1991). The Experimental production of prehistoric bar iron. *Historical Metallurgy* Vol. 25. Nr 1.

Emanuelsson, M. & Segerström, U. (2002). Medieval slash-and-burn Cultivation: Strategic or adapted land use in Swedish mining district? *Environment and history* 8 no 2.

Englund, L.-E. (2002). *Blästbruk – Myrjärnshanteringens förändringar i ett långtidsperspektiv*. Stockholm: Jernkontoret.

Eriksson, G. (1996). *Skogshistoria, kulturpåverkan och urskogsvärden i fem skogsreservat i Kronobergslän*. Umeå Universitet. Ekologi, miljö och geovetenskap. (Fördjupningsarbete 1996).

Geel, B. van (1978). A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and micro-scopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology* Vol. 25.

Granström, A. (1993). Spatial and temporal variation in lightning ignitions in Sweden. *Journal of Vegetation Science* 4: 737-744.

Greisman, A., Gaillard M.-J., Lemdahl, G., Olsson, F. & Skoglund, P. (2009). *The role of fire and human impact in Holocene forest and landscape dynamics of the boreo-nemoral zone of southern Sweden – a multiproxy study of two sites in the province of Småland*. Diss. Kalmar: Kalmar universitet.

Grimm EC. (1991). Tilia v. 2.0.b.4. Illinois state museum, research and collections center.

Grimm EC. (2004). Tilia graph v. 2.0.2. Illinois state museum, research and collections center.

Görres, M. & Frenzel, B. (1997). Ash and metal concentrations in peat bogs as indicators of anthropogenic activity. *Water, air and soil pollution* 100.

Hagerman, M. (1996). *Spåren av kungens män*. Stockholm: Prisma.

Huntley, B. & Birks H. J. B. (1983). *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13 000 years ago*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jacobson, G. L. & Bradshaw R.H.W (1981). The selection of sites for paleovegetational studies. *Quaternary Research* 16: 80-96.

Jones, J.M. & Hao J. (1993). Ombrotrophic peat as a medium for historical monitoring of heavy metal pollution. *Environ Geochem Health*. 15(2-3): 67-74.

Krok, T. O. B. N. & Almquist, S. (1994). *Svensk Flora: Fanerogamer och ormbunksväxter* 28, Ed. Stockholm: Liber,

Kullberg, Y. (2000). *Large herbivore browsing on tree seedlings in southern Sweden*. Lic.-avh. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.

Küttel, M. (1985). Biostratigraphische und paläoökologische untersuchungen in SE-Småland, Schweden. *Striae* 21.

Lagerås, P. (1996). *Vegetation and land-use in the Småland Uplands, southern Sweden, during the last 6000 years*. Diss. Lund: Lunds universitet.

Lagerås, P. (1997). Den Sydsvenska skogens historia och hur den format människan och hennes husdjur. en diskussion huvudsakligen baserad på pollenanalyser i Småland. I: Östlund, L. (Red.). *Människan och skogen. Skrifter om Skogs och lantbrukshistoria* 11. Stockholm: Nordiska museet.

Lagerås, P. (2000). Järnålderns odlingssystem och landskapets långsiktiga förändring. Hamnedas röjningsområde i ett paleoekologiskt perspektiv. I: Lagerås, P. (Red.). *Arkeologi och paleoekologi i sydvästra Småland. Tio artiklar från Hamneda projektet*. Lund: Riksantikvarieämbetet.

Lagerås, P. (2002). Landskapsutveckling och markanvändning. I: Berglund, B. E & Börjesson, K. (Red.). *Markens minnen. Landskap och odlingshistoria på Småländska höglandet under 6000 år*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

Lagerås, P. (2007) *The ecology of expansion and abandonment*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

Lagerås, P. (2013). Agrara fluktuationer och befolkningsutveckling på sydsvenska höglandet tolkade utifrån röjningsrösen. *Fornvännen* 108.

Lahtinen, M. & Rowley, P. (2013). Early farming in Finland: Was there cultivation before the Iron age (50 B.C.)? *European Journal of Archaeology* 16: 1-25.

Larsson, L.-O. (1964). *Det medeltida Väre*. Lund.

Larsson, L.-O. & Rubensson, O. (2000). *Från blästbruk till bruksdöd. Småländsk järnhantering under 1000 år*. Del 2. Stockholm: Jernkontoret.

Lindbladh, M., Bradshaw, R. & Holmqvist, B.H. (2000). Pattern and processes in south Swedish forests during the last 3000 years, sensed at stand and regional scales. *Journal of ecology* 88: 113-128.

Lindquist, S.-O. (2001). Möre i ett något större rum. En kulturgeografisk studie av bebyggelseutveckling i östra Småland under medeltiden. I: Magnusson, G. (Red.). *Möre historien om ett småland*. Kalmar: Kalmarsundtryck.

Magnusson, G. (2000). Järnhantering i Norden. I: Burenhult, G. (red.). *Arkeologi i Norden* 2. Stockholm: Natur och Kultur.

Magnusson, G. (2010). Medeltida järnhantering en europeisk översikt. I: Magnusson, G. (Red.). *Med hammare och Fackla XLI*. Kristianstad: Kristianstads boktryckeri.

Mogren, M. (2008). Riksgränsen. I: Anglert, M. (Red.). *Landskap bortom traditionen. Historisk arkeologi i nordvästra Skåne*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

- Moore, P.D. & Webb, J.A. (1978). *An illustrated guide to Pollen Analysis*. Suffolk: Hodder and Stoughton Educational.
- Moore, P.D., Webb, J.A & Collinson, M.E. (1991). *Pollen analysis*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science Ltd..
- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2010). *Den nya nordiska floran*. Stockholm: Bonnier Fakta.
- Myrdal, J., (1999). *Jordbruket under feodalismen 1000-1700*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Myrdal, J. (2003). *Digerdöden, pestvågor och ödeläggelse - Ett perspektiv på senmedeltidens Sverige*. Södertälje: Berling Antikva.
- Nihlén, J. (1932). *Studier rörande äldre Svensk järntillverkning med särskild hänsyn till Småland*. Stockholm: Jernkontoret.
- Niklasson, M. (2006). Branden i Tyresta 1999 - Dokumentation av effekterna. *Dokumentation av de Svenska nationalparkerna* nr. 20. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Niklasson, M. (2011). Meddelande 2011:14. *Brandhistorik i sydöstra Sverige*. Länsstyrelserna, Länsstyrelsen i Östergötland.
- Nilsson, S.G. (1997). Forest in temperate-boreal transition: natural and man-made features *Ecological bulletins* 46:61-71.
- Ohlson, M. & Tryterud, E. (2000). Interpretation of the charcoal record in forest soils: forest fires and their production and deposition of macroscopic charcoal. *The Holocene* 10: 519-525.
- Renberg, I., Bindler R. & Brännvall M-L. (2001). Using the historical atmospheric lead deposition record as a chronological marker in sediment deposits in Europe. *The Holocene* 11: 511-516.
- Magnusson, G & Rubensson, L. (2001). Järnhanteringens etablering i Sverige. I: Magnusson, G. (red.). *Möre historien om ett småland*. Kalmar: Kalmarsundtryck.
- Sandberg, F., Palm, V. & Nilsson, N. (2011). *Gladhammars gruvor. Särskild arkeologisk undersökning 2010. Gladhammars gruvområde, RAÄ 155 och 229, samt hyttområde RAÄ 227. Gladhammars socken, Västerviks kommun, Kalmar län, Småland*. (Kalmar läns museum. Arkeologisk rapport 2011:9). Kalmar: Kalmar läns museum.
- Segerström, U., Berg, A., Pettersson Jensen, I-M., Bindler, R. & Renberg, I. (2010). Det tidiga bergsbruket i Norberg – Nu ännu tidigare. Skogshistoria och föroreningshistoria kastar nytt ljus över utvecklingen. I: Magnusson, G. (Red.). *Med hammare och Fackla XLI*. Kristianstad: Kristianstads boktryckeri.
- Segerström, U. (2013). Skogen runt blästerugnen RAÄ 1, Ängersjö, Hälsingland – den lågteknologiska järnproduktionens miljöpåverkan. I: Pettersson Jensen, I-M., Berg Nilsson, L. & Karlsson, C. (Red.). *Berättelser från markerna. En antologi om järn, skog och kulturarv*. Norberg: Bergslagens medeltidsmuseum.

- Shotyk, W. (1996). Peat bog archives of atmospheric metal deposition: geochemical evaluation of peat profiles, natural variations in metal concentrations, and metal enrichment factors. *Environmental Reviews* 4: 149-183.
- Sugita, S. (2007a). Theory of quantitative reconstruction of vegetation I: pollen from large sites REVEALS regional vegetation composition. *The Holocene* 17: 229-241.
- Sugita, S. (2007b). Theory of quantitative reconstruction of vegetation II: all you need is LOVE. *The Holocene* 17: 243-257.
- Suominen, J. (1994). The northernmost finds in the world of native *Humulus lupulus*. *Aquilo Ser Botanica*. 33: 121-129. Oulu: Oulun Luonnonystävän Yhdistys.
- Tinner, W., Conedera, M., Ammann, B., Gaggeler, H.W., Gedeye, S., Jones, R. & Sagesser, B. (1998). Pollen and charcoal in lake sediments compared with historically documented fires in southern Switzerland since AD 1920. *The Holocene* 8: 41-42.
- Twiddle, C., T. (2012). Pollen Analysis: Not Just a Qualitative Tool. *Geomorphological Techniques*, Chap. 4, 1.4. British Society for Geomorphology.
- Valdemardotter, Å. (2001). *En skogshistorisk undersökning i östra Småland. Vegetationsutveckling och brandhistorik de senaste 3000 åren vid Ekenäs i Hornsöområdet*. Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Wardenaar, E. (1987). A new hand tool for cutting peat profiles. *Canadian Journal of Botany – Revue Canadienne De Botanique* 65: 1772-1773.
- Viklund, K. (1998). *Cereals, weeds and crop processing in Iron age Sweden. Methodological and interpretive aspects of archeobotanical evidence*. Umeå universitet.
- Weinehall, A. (2013). *Skogen människan och järnet. En vegetationshistorisk undersökning i Bäckebo socken, Småland* Umeå universitet. Institutionen för idé- och lärdomshistoria. (Fördjupningsarbete 2013).
- Weiss, D., Shotyk, W., Kramers, J.D., Gloor, M. (1999). Sphagnum mosses as archives of recent and past atmospheric lead deposition in Switzerland. *Atmospheric Environment* 33: 3751-3763.
- Welinder, S., Pedersen, E. A. & Widgren M. (1999). *Jordbrukets första femtusen år 4000 f.Kr. - 1000 e.Kr.* Stockholm: Natur och Kultur förlag.
- Whitlock, C., & Millspaugh, S.H. (1996). Testing assumptions of fire history studies: an examination of modern charcoal accumulation in Yellowstone National Park. *The Holocene* 6: 7-15.
- Zackrisson, O. (1977). Influence of forest fires on the north Swedish boreal forest. *Oikos*, 29: 22-32.

Otryckta källor:

FMIS. Riksantikvariatet. Fornsök. Besökt: 20141226

<http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>

Jernkontoret. Aktuella projekt. Järn och Riksbildning 1150-1350. Besökt: 20140225

http://www.jernkontoret.se/forskning/bergshistorisk_forskning/pagaende_projekt/index.php

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2013:6 Författare: Frida Snell
Bevarande av hotade epifytiska lavar och vedsvampar i Norrbottens län. – Rödlistan som verktyg i praktisk naturvård
- 2013:7 Författare: Ebba Okfors
Ekoturism i jordbrukslandskap – ett vinnande koncept? En tvärvetenskaplig studie om kulturvärden och naturvärden på Sjögetorp
- 2013:8 Författare: Anna Hallmén
Hur kan mångfalden gynnas på SCA:s naturvårdsareal? Natur- och kulturvärden i Peltovaara mångfaldspark
- 2013:9 Författare: Mattias Söderholm
Verktyg och metoder för kontroll av dubbskadedjup på timmerstockar - metodutveckling
- 2013:10 Författare: Johan Karlsson
Modellering av diametern hos tall (*Pinus sylvestris*) som en effekt av beståndstäthet och biomekanik
- 2013:11 Författare: Lisa Wik Persson
Nitrogen fixation among boreal feather mosses along a clear-cut chronosequence
- 2013:12 Författare: Jakob Nemer Barbiche
Självspridning av contortatall (*Pinus contorta*) på impedimentmark i Sverige
- 2013:13 Författare: Sebastian Backlund
The effects of mother trees and site conditions on the distribution of natural regeneration establishment in a Bornean rainforest disturbed by logging and fire
- 2014:1 Författare: Matilda Olofsson
Utomhuspedagogik i skogen för barn. Skötsel och informationsförslag för Stadsliden, en stadsskog i Umeå
- 2014:2 Författare: Li Videkull
Tree species traits response to different canopy cover for 34 tree species in an enrichment planted tropical secondary rain forest in Sabah, Malaysia
- 2014:3 Författare: Helena Lindén
Förvaltning och skogsskötsel av ett tätortsnära naturreservat. – En fallstudie om Lugnets naturreservat i Falun
- 2014:4 Författare: Matilda Johansson
Askåterföring på skogsmark – en metaanalys om påverkan på ytvattnets syra-baskemi
- 2014:5 Författare: Sven Gustafsson
Gynnar stora hyggen ortolansparven? Resultat från en inventering i Västerbotten 2013
- 2014:6 Författare: Björn Karlsson
Bergsbrukets början, samt dess och jordbrukets påverkan på vegetationen uti Garpenbergs socken i sydöstra Dalarna